

Программное обеспечение **SolarLS.LAB**

Руководство пользователя

Оглавление

Версия документа	3
I. Введение	3
Назначение документа	3
Общие сведения	3
Системные требования	3
II. Установка	4
III. Рабочий Интерфейс	7
Поля Entrance slit и Exit slit	11
Поле Mirror	11
Поле Filter	11
Поле Shutter	12
Окно настроек прибора. Автоматический контроль	12
Окно настроек прибора. Prestarting	13
Пресеты (предустановки)	13
Панель настроек камеры (Camera Settings)	14
Поле Signal	15
Поле External Shutter	16
Поле Sensor	16
Поле Synchronization	17
Панель Current Spectra	18
Управление с помощью мыши в панели Current Spectra:	19
Панель 2D image	20
Панель данных (Data Panel)	21
IV. Работа в SolarLS.LAB	22
Установка прибора на требуемую длину волны:	22
Установка требуемой ширины входной/выходной щели:	22
Регистрация спектра:	22
Запуск непрерывной регистрации спектров:	22
Выбор режима работы камеры:	22
Закрепление спектров на экране:	22
Начать сканирование:	23
Регистрация панорамного спектра:	23
Работа с аналитическими точками и маркерами:	24
Peak info (анализ спектральных линий):	24
Peaks – модуль автоматического поиска спектральных пиков	25
Калибровка регистратора по длинам волн	27
Интерполяция	28
Sensor Area*	28
Добавление реперной точки в калибровку	28
Добавление новой калибровки	28
Удаление калибровки	29
Коррекция калибровки	29
Повторная калибровка	29
Коррекция установки длины волны на выходе монохроматора	30
Применение фильтров к спектрам	30
Сохранение спектров после обработки	31
Приложение А. Настройка интерфейса	32
Приложение В. Рекомендации по получению панорамных спектров хорошего качества	34
Приложение С. Типы сглаживающих фильтров	35
Фильтр Савицкого-Голая (Savitzky-Golay)	35
Дискретное вейвлет-преобразование (Discrete Wavelet)	35
Фильтр скользящим средним (Moving average/boxcar)	36
Фильтр Баттерворта Butterworth	36
Фильтр Уиттакера (Whittaker smoother)	36
Фильтры размытия (Convolutions):	36
Приложение D. Колориметрия	37
Приложение E. Работа с ФЭУ	38
Приложение F. Работа с регистраторами Andor Technology	40
Приложение G. Работа с несколькими спектрометрами	41
Приложение H. Спектры возбуждения и эмиссии	42

Версия документа

Номер документа	Версия документа
501m-00001-201709	Первая версия
501m-00002-202203	Вторая версия

I. Введение

Уважаемый пользователь! Поздравляем Вас с выбором продукции Солар ЛС. Пожалуйста, ознакомьтесь с данным руководством пользователя перед началом работы с программным обеспечением **SolarLS.LAB**.

Назначение документа

В данном документе содержатся описание программного обеспечения **SolarLS.LAB**, инструкции по его установке и конфигурации, описание пользовательского интерфейса и доступных рабочих операций.

Общие сведения

SolarLS.LAB – современное программное обеспечение для автоматизированного управления монохроматорами/спектрографами и спектрометрами производства Солар ЛС, а также для работы со спектроскопическими данными.

SolarLS.LAB позволяет одновременно подключать к одному персональному компьютеру несколько приборов и регистраторов и мгновенно переключаться между ними. Высокая степень автоматизации обеспечивает быстрое получение спектров и данных, которые можно сохранять или экспортировать в форматы CSV, BMP и PNG для последующей обработки.

Системные требования

Программное обеспечение **SolarLS.LAB** совместимо со следующими операционными системами:

- Windows XP Service Pack 3 (32/64bit)
- Windows 7 (32/64 bit)
- Windows 8 (32/64bit)
- Windows 10(32/64bit)



Программное обеспечение SolarLS.LAB несовместимо с операционной системой Windows 7 Starter edition!

Убедитесь, что для вашей видеокарты установлены драйверы последней версии не от сторонних производителей!

II. Установка

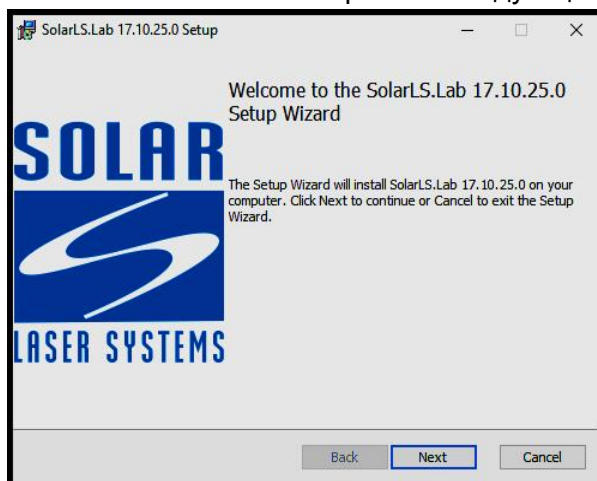


Не подключайте ваши приборы и регистраторы к компьютеру до окончания установки программного обеспечения.

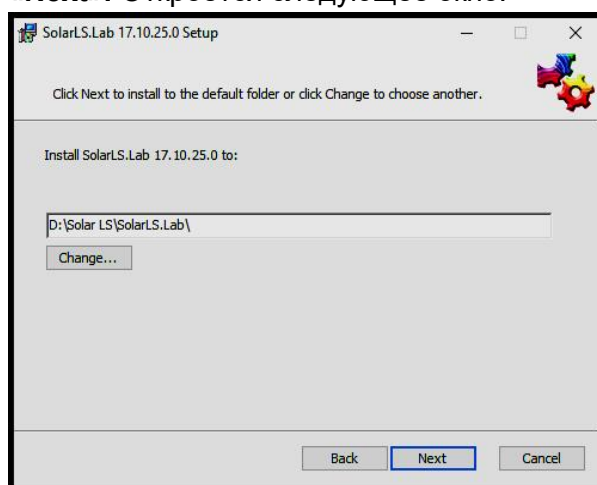
Вставьте USB-накопитель, поставляемый вместе с прибором в соответствующий разъем Вашего ПК. Откройте папку **«Setup SolarLS.LAB»**. Запустите файл **«SolarLS.LAB.setup.exe»**. Откроется следующее окно:



Нажмите кнопку **«Install»**. Дождитесь окончания инициализации установки и добавления необходимых библиотек. Затем откроется следующее окно:



Нажмите кнопку **«Next»**. Откроется следующее окно:

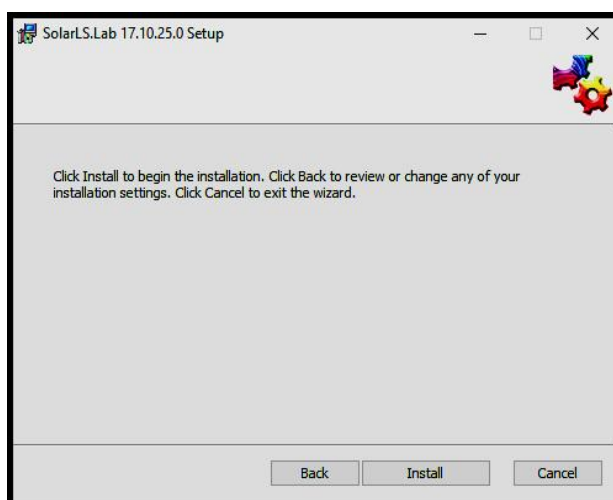


В данном окне выбирается папка, в которую будет установлена программа.

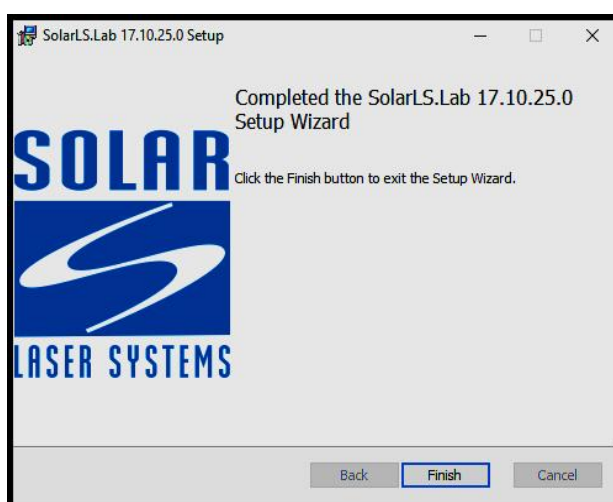


Для установки программы не рекомендуется использовать папку «C:\Program Files\...». Используйте только латинские символы при выборе пути к папке установки.

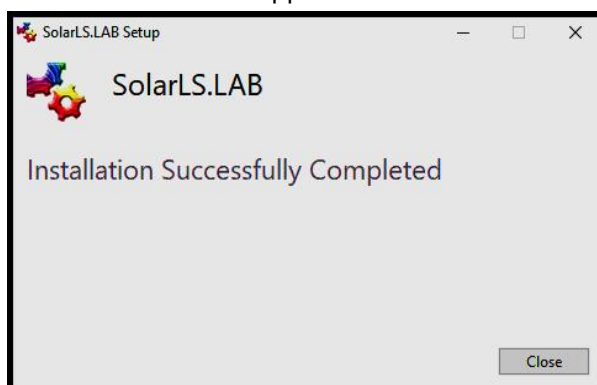
По умолчанию, программа будет установлена в папку «C:\SolarLS\SolarLS.LAB». Нажмите кнопку «**Change...**», если Вы хотите изменить целевую папку установки. Затем нажмите кнопку «**Next**». В следующем окне нажмите кнопку «**Install**».



По завершению установки откроется окно:



Нажмите кнопку «**Finish**». В последнем окне нажмите кнопку «**Close**»:



На рабочем столе должен появиться ярлык «**SolarLS.LAB.exe**» для быстрого запуска программного обеспечения.

После установки программного обеспечения **SolarLS.LAB**, подключите Ваши приборы (регистраторы и монохроматоры) к Вашему компьютеру с помощью USB-кабелей из комплекта поставки. Драйверы для приборов и регистраторов будут установлены автоматически после их подключения.

Запустите установленную программу управления **SolarLS.LAB**.



Если откроется следующее окно, значит, к компьютеру не подключен ни один из приборов. Проверьте их соединение с компьютером и сетью и перезапустите управляющую программу.



После запуска программы откроется окно «**Select Device(s)**»:

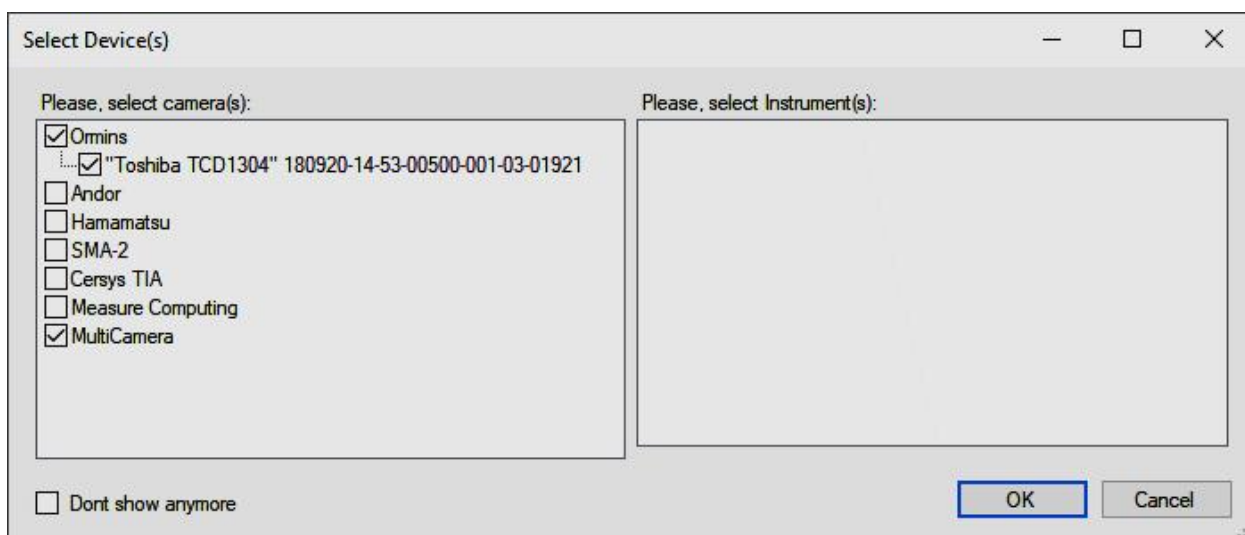


Рис. 1 *Окно выбора рабочей конфигурации (Select Devices)*

В левой части данного окна отображается список установленных и подключенных к ПК регистраторов, в правой части отображается список доступных для работы конфигурационных файлов монохроматоров с указанием их серийных номеров. Отметьте галочками необходимую конфигурацию. Нажмите кнопку «**OK**». Программа **SolarLS.LAB** готова к работе. Если отметить галочкой пункт «**Don't show anymore**», то окно выбора рабочей конфигурации не будет выводиться на экран при следующем запуске программы.

III. Рабочий Интерфейс

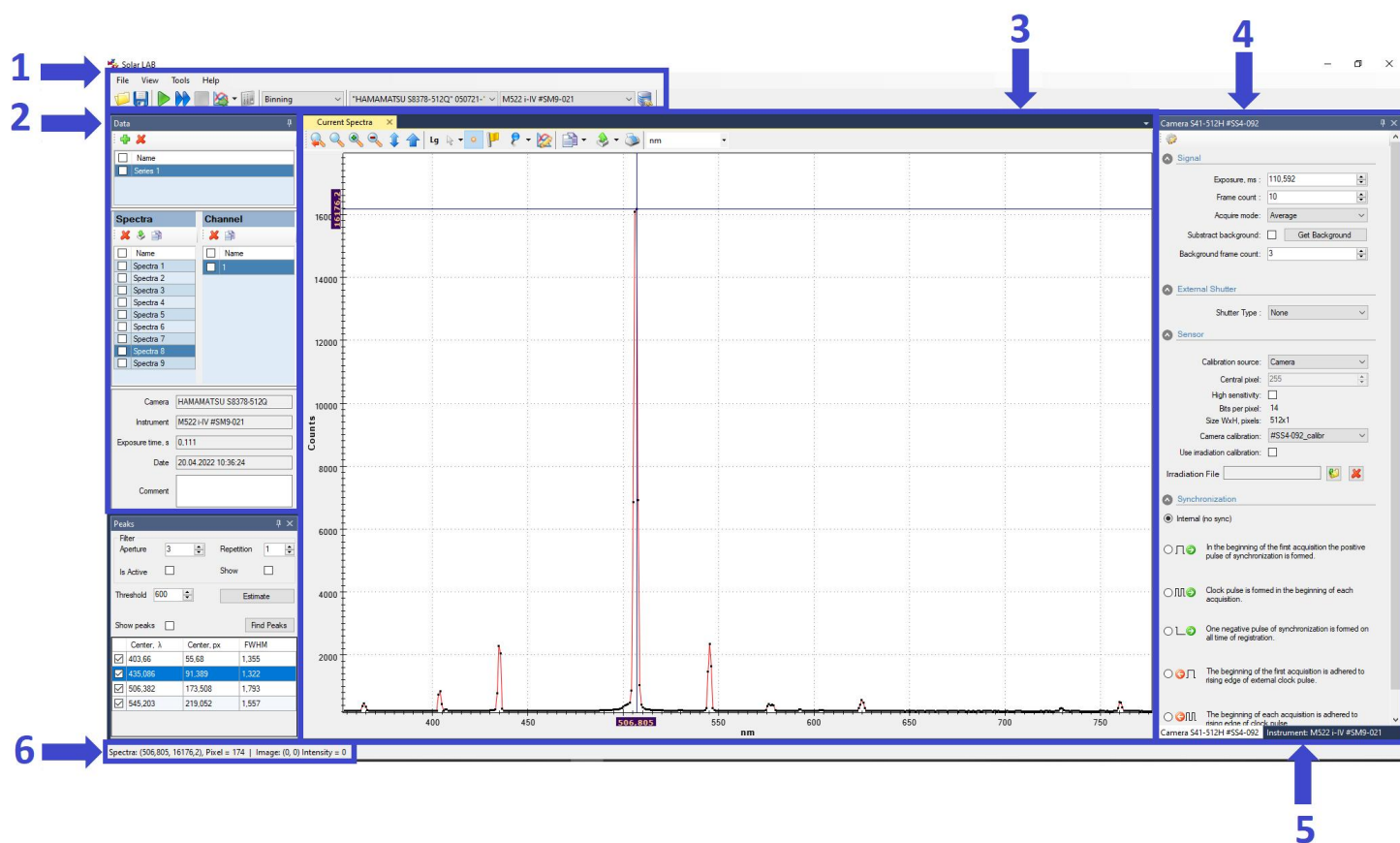


Рис. 2 Стандартный вид интерфейса программного обеспечения SolarLS.LAB

Программное обеспечение SolarLS.LAB представляет собой набор окон управления, настроек и информационных панелей. На рис. 2 представлен стандартный вид рабочей программы SolarLS.LAB, в который входят:

- 1) *Основная панель.*
- 2) *Панель Data* – панель данных и выбора отображаемых спектров.
- 3) *Панель Current Spectra* – панель отображения спектров.
- 4) *Панель Camera Settings* - панель настроек камеры и параметров регистрации.
- 5) *Панель Instrument* (отображается при переключении на вкладку) – панель управления узлами монохроматора
- 6) *Информационная панель*



Расположение, размер и внешний вид панелей можно изменить для своего удобства. Возможности по настройке внешнего вида интерфейса описаны в приложении А настоящего руководства.

Основная панель (Main Panel)

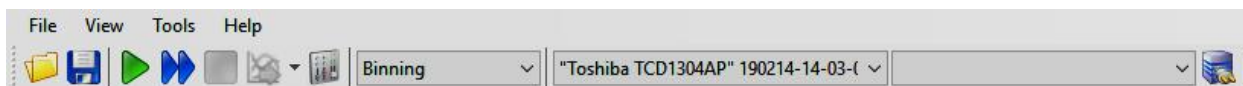
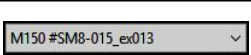
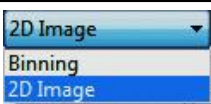


Рис. 3 Основная панель программного обеспечения SolarLS.LAB

Основная панель содержит следующие кнопки и меню:

 Open (CTRL+O)	Открыть ранее сохранённое рабочее пространство формата .labws
 Save (CTRL+S)	Сохранить рабочее пространство (все текущие спектры и настройки) в формате .labws
 Register (F5)	Запустить регистрацию одного кадра спектра
 Continuous (F6)	Запустить непрерывную регистрацию спектра
 Stop (F7)	Остановить регистрацию. При остановке непрерывной регистрации последний зарегистрированный спектр будет сохранён в <i>Data-Spectra</i>
 Scan	Начать регистрацию <i>панорамного спектра или сканирование</i> (предназначено для работы с монохроматорами)
 Filtering	Открыть окно фильтрации текущего спектра
	Выбрать активный подключенный монохроматор (конфигурационный файл)
	Выбрать активный подключённый к компьютеру регистратор
 Device selection	Открыть окно выбора рабочей конфигурации подключенного к ПК оборудования
	Выбрать режим работы камеры: <i>Binning</i> или <i>2d image</i> . Данные режимы описаны на стр. 22
Вкладка File	<i>Create new</i> – создать новое рабочее пространство формата .labws (CTRL+N) <i>Open</i> – открыть ранее сохранённое пространство формата .labws (CTRL+O) <i>Save</i> – сохранить текущее рабочее пространство в формате .labws (CTRL+S) <i>Save as</i> – сохранить текущее рабочее пространство в формате .labws под новым именем <i>Exit</i> – закрыть программу SolarLS.LAB (CTRL+Q)
Вкладка View	<i>Data</i> – отобразить панель данных <i>Colorimetry</i> – открыть панель колориметрии <i>Current Spectra</i> – отобразить окно текущего спектра <i>Background</i> – отобразить панель с темновым сигналом <i>2D image</i> – отобразить окно 2D Image <i>2D image Background</i> – отобразить панель с темновым сигналом (2D Image) <i>Camera</i> – отобразить панель настроек камеры <i>Instrument</i> – отобразить панель управления монохроматором <i>Peaks</i> – отобразить окно автоматического поиска спектральных пиков
Вкладка Tools	<i>Color Calculator</i> – открыть калькулятор цветовых координат <i>Filtering</i> – открыть окно сглаживающих фильтров <i>Atomic lines</i> – открыть окно базы данных атомных линий <i>Video camera</i> – открыть окно с захватом видео (опция) <i>SPC-130</i> – открыть окно управления TCSPC платой (опция) <i>Options</i> – открыть окно настроек визуальных параметров интерфейса
Вкладка Help	<i>About</i> – информация о версии SolarLS.LAB

Панель Instrument

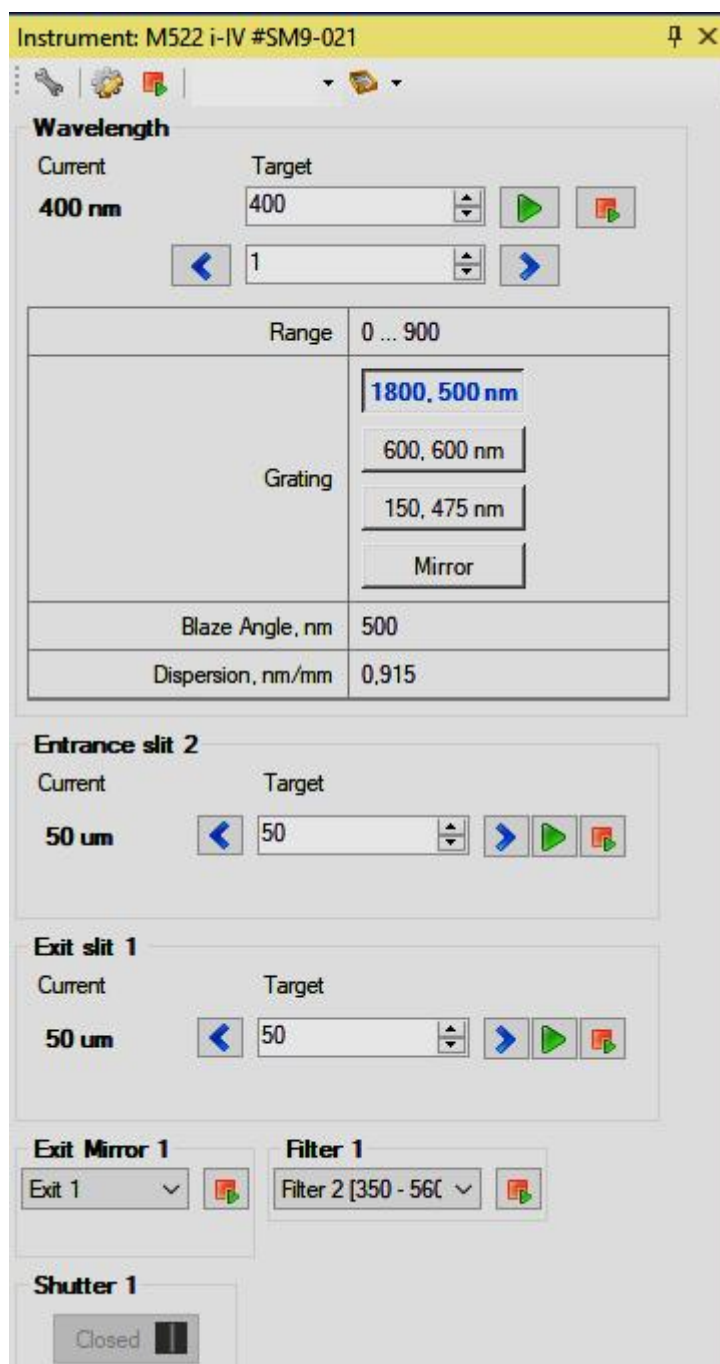


Рис. 4 Полный вид панели Instrument программы SolarLS.LAB

Панель Instrument (см. рис. 4) содержит кнопку вызова окна коррекции длины волны (🔧), кнопку вызова окна настроек прибора (Instrument Configuration) (⚙️), кнопку Reset + Set All (🔄), опции предустановок и поля управления: *Wavelength*, *Entrance slit*, *Exit Slit*, *Mirror*, *Filter*, *Shutter*.



Особенности наличия полей управления зависят от комплектации Вашего прибора.



Кнопка Reset + Set All (🔄) одновременно переводит все механизмы прибора в положение Reset и затем восстанавливает исходные значения установленных параметров.

Поле Wavelength

Wavelength

Current: 0 nm

Target: 0

Range: 0 ... 1220

Grating: 900, 600 nm, 600, 1000 nm, 400, 1200 nm, 400, 1200 nm

Blaze Angle, nm: 600

Dispersion, nm/mm: 3,876

Рис. 5 Вид поля Wavelength

Поле управления **Wavelength** предназначено для установки длины волны выходного излучения монохроматора и смены дифракционных решёток.

Target	Поле ввода новой длины волны выходного излучения, на которую будет перестроен прибор
Current	Отображает текущую длину волны выходного излучения, на которую был перестроен прибор
	Кнопка для перестройки прибора на длину волны, указанную в поле Target
	Кнопка для перестройки прибора на длину волны, установленную в поле Target , с предварительным переводом дифракционной решетки в положение Reset . Это действие занимает больше времени по сравнению с предыдущим, но позволяет устранить ошибки, накопленные в процессе перестройки, и точно настроить прибор на требуемую длину волны
	Кнопки изменения длины волны на шаг назад или вперед соответственно. Значение шага устанавливается в поле между этими двумя кнопками. Удерживая одну из кнопок, можно выполнить циклическую пошаговую перестройку длины волны
Range	Рабочий спектральный диапазон установленной в текущий момент дифракционной решетки
Grating	Это поле используется для выбора дифракционной решетки. Для установки другой решетки, кликните на кнопку с нужным количеством штрихов и длиной волны блеска.
Blaze Angle, nm	Длина волны блеска установленной в настоящий момент дифракционной решетки
Dispersion, nm/mm	Обратная линейная дисперсия на текущей длине волны и дифракционной решётке

Поля Entrance slit и Exit slit

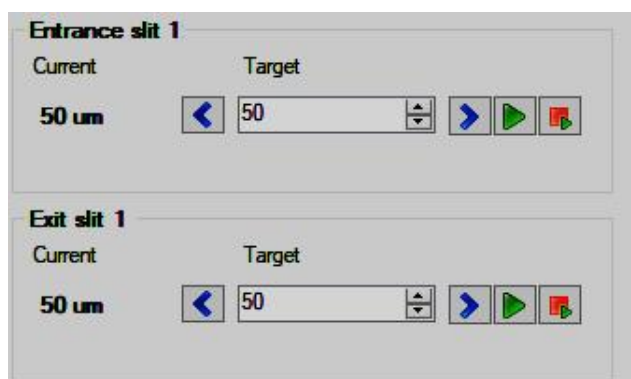


Рис. 6 Вид полей Entrance slit и Exit slit

Так как средства управления двумя входными и двумя выходными щелями полностью одинаковы, ниже следующее описание применимо как для поля **Entrance Slit** (входная щель), так и для **Exit Slit** (выходная щель).

Target	Поле ввода ширины раскрытия щели
Current	Текущая ширина щели
	Кнопка для установки значения ширины раскрытия щели, указанного в поле Target
	Кнопка для установки значения ширины раскрытия щели, указанного в поле Target , с предварительным выставлением нулевого значения ширины раскрытия щели
	Кнопки для уменьшения или увеличения ширины щели на один шаг соответственно. Удерживая одну из кнопок нажатой, можно выполнить циклическое пошаговое изменение ширины раскрытия щели

Поле Mirror



Рис. 7 Вид поля Mirror

Для активации одного из **входных или выходных** рабочих портов посредством установленного в приборе поворотного зеркала используется выпадающий список в поле **Mirror**:

Exit 1 – выбрать рабочим первый выходной (аксиальный) порт

Exit 2 – выбрать рабочим второй (боковой) порт

Exit 3 – выбрать рабочим третий боковой порт (опция для монохроматора M522)

Поле Filter

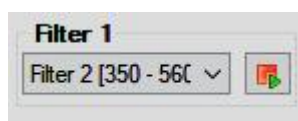


Рис. 8 Вид поля Filter

Поле Entrance Filter используется для смены активного фильтра разделения порядков. Название каждого фильтра содержит диапазон длин волн для данного фильтра.

Поле Shutter

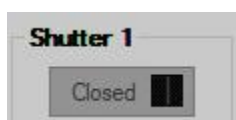
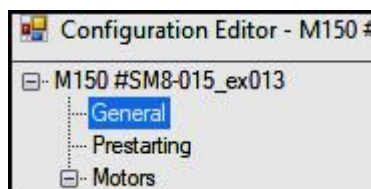


Рис. 9 Вид поля Shutter

Поле Shutter управляет затворами, установленными на осевом и боковом портах соответственно. Метка **Open** используется для открытия затвора. Метка **Close** используется, для закрытия затвора.

Окно настроек прибора. Автоматический контроль



Окно настроек прибора вызывается нажатием кнопки  на панели **Instrument**. Во вкладке, содержащей название Вашего прибора и его серийный номер, найдите вкладку *General* и кликните на неё. На дисплее отобразятся настройки автоматического контроля прибора.

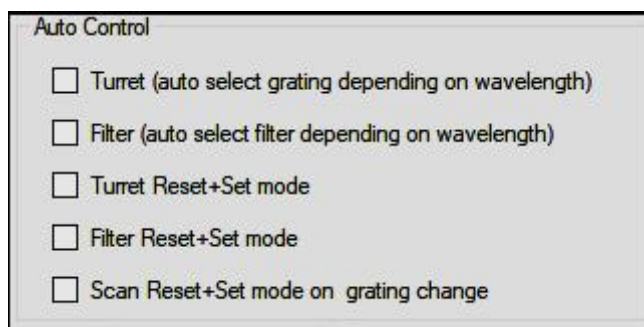


Рис. 10 Окно общих настроек (General Tab)

Turret	Если отмечено галочкой, смена дифракционных решёток будет производиться автоматически в зависимости от установленной длины волны
Filter	Если отмечено галочкой, смена входных фильтров разделения порядков будет производиться автоматически в зависимости от установленной длины волны
Turret Reset+Set Mode	Если отмечено галочкой, устанавливается принудительный режим Reset + Set () вместо режима Set () для турели решёток
Filter Reset+Set Mode	Если отмечено галочкой, устанавливается принудительный режим Reset + Set вместо режима Set для колеса фильтров
Scan Reset+Set Mode on grating change	Если отмечено галочкой, устанавливается принудительный режим Reset + Set () вместо режима Set () для механизма сканирования решёток после смены активной решётки

Окно настроек прибора. Prestarting

Окно настроек прибора вызывается нажатием кнопки  на панели **Instrument**. Во вкладке, содержащей название Вашего прибора и его серийный номер, найдите вкладку *Prestarting* и кликните на неё. На дисплее отобразятся настройки запуска программного обеспечения.

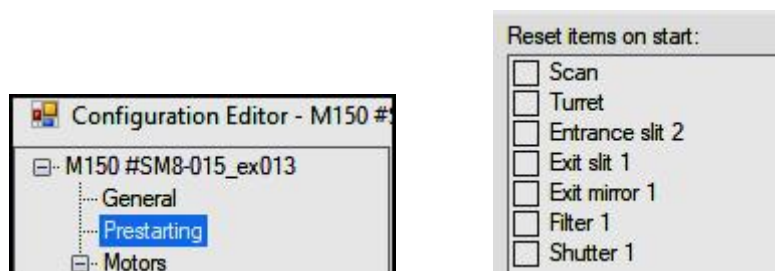


Рис. 11 Настройки запуска программного обеспечения

Отметьте галочками те механизмы прибора, которые будут принудительно переводиться в положение Reset при запуске программного обеспечения.

Scan – механизм автоматизированной турели решёток, используемый при сканировании по длине волны для активной решётки.

Turret – механизм автоматизированной турели решёток, используемый при смене активной решётки.



Другие вкладки предназначены для производителя и сервис-инженера.

Пресеты (предустановки)

В верхней части окна **Instrument** можно выбрать, создать, сохранить или загрузить предустановленные значения механизмов и полей окна управления прибором. Нажмите на стрелку возле кнопки , для раскрытия выпадающего списка.



Рис. 12 Пресеты

Для сохранения текущих установок окна **Instrument**, выберите **Add Preset** и введите название. Для активации определённых предустановленных значений, откройте выпадающий список слева от кнопки , выберите нужный пресет из списка и сделайте его активным, нажав на кнопку  или выбрав **Apply Selected Preset**. Изменить значения активного пресета на текущие состояния механизмов можно, выбрав **Replace with Current State**.

Remove Selected Preset – удалить текущую предустановку.

Save Presets To... - сохранить список пресетов в файл.

Load Presets From... - загрузить список пресетов из файла.

Панель настроек камеры (Camera Settings)

На панели «**Camera Settings**» вверху расположена кнопка . По её нажатию откроется окно настроек камеры. Во вкладке General указаны название Вашего прибора (*Device model*) и его серийный номер (*Serial number*).

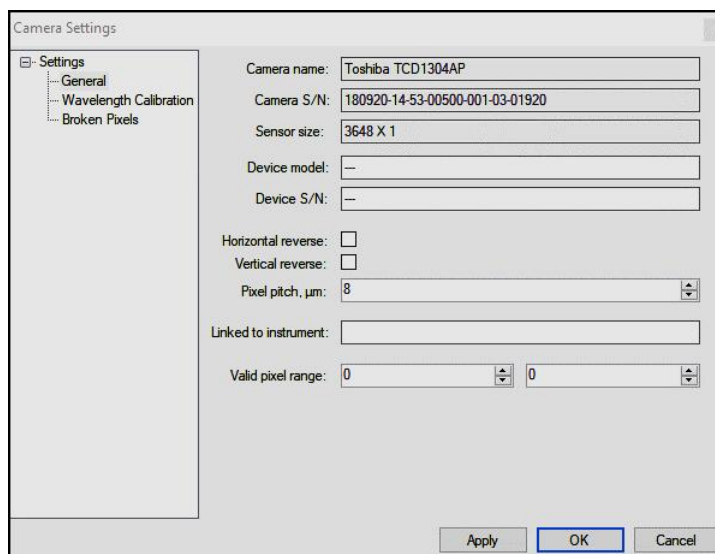


Рис. 13 Окно настроек камеры

Device model	В данном поле отображается название Вашего спектрометра
Serial number	В данном поле отображается серийный номер Вашего спектрометра
Camera name	В данном поле отображается название сенсора при его наличии
Camera S/N	В данном поле отображается серийный номер камеры при её наличии
Sensor size	В данном поле отображается размер сенсора в пикселях (Ш*В)
Horizontal reverse	При отметке галочкой направление горизонтальной оси инвертируется, т.е. спектр отображается зеркально симметричным, и меняется направление оцифровки оси
Vertical reverse	Доступно для матриц, работающих в режиме 2D Image. При отметке галочкой спектр зеркально отображается относительно горизонтальной оси
Pixel pitch, µm	Расстояние в микрометрах между центрами двух соседних пикселей регистратора. Устанавливается согласно спецификации регистратора
Linked to instrument	В данном поле указан серийный номер монохроматора, на котором установлена текущая активная камера
Valid pixel range	В двух окнах задаются активные левая и правая граница в пикселях. При значениях «0» активными являются все пиксели сенсора

По нажатию на вкладку *Broken Pixels* окно примет следующий вид:

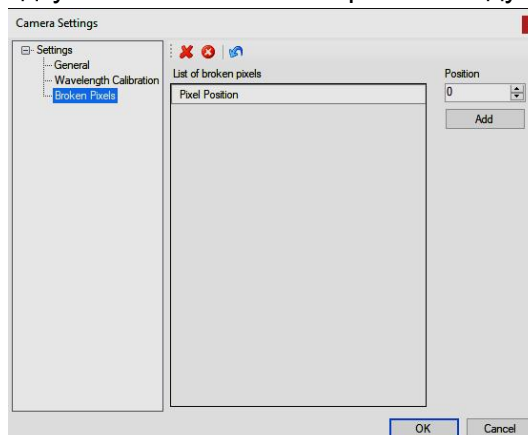


Рис. 14 Окно коррекции «битых» пикселей

Данная вкладка используется в случае если по какой-либо причине пиксель становится “битым” (например, на нём наблюдается постоянное перенасыщение или высокий уровень шумов), это можно исправить в данном окне коррекции. Введите **Position** (номер) битого пикселя и нажмите кнопку «Add». После данной процедуры сигнал, зарегистрированный указанным пикселем, будет игнорироваться – сигнал будет рассчитываться как среднее значение между сигналами на двух соседних пикселях.

Вкладка *Wavelength Calibration (Калибровка по длинам волн)* описана отдельно на странице 27.

Поле Signal

Рис. 15 Вид поля Signal

Exposure, ms	Время выдержки (экспозиции), или время накопления заряда. Задаётся в миллисекундах и затем автоматически устанавливается на ближайшее значение, кратное минимальному времени экспозиции (зависит от типа регистратора)
Frame count	Число кадров для усреднения спектров. Используется для получения более сглаженного спектра
Acquire mode	Выбор режима работы с множеством кадров n (Frame count) <i>Average</i> – режим усреднения: по окончании регистрации в окне Data отобразится один спектр (Spectra), полученный как среднее арифметическое n спектров <i>Sum</i> – режим суммирования: по окончании регистрации в окне Data отобразится один спектр (Spectra), полученный как сумма n спектров <i>Batch</i> – пакетный режим: по окончании регистрации сохранится n спектров, переключаемых в Data-Channel
Subtract background	Отметьте галочкой для автоматического вычитания фонового сигнала из усреднённого спектра после его регистрации
Get Background	Зарегистрировать темновой сигнал для дальнейшего автоматического вычитания фона. Нажмите <i>View-Background</i> или <i>View-2D Image Background</i> , для отображения зарегистрированного темнового сигнала
Background frame count	Число кадров для усреднения фонового сигнала
Electronic shutter (µs)	Доступно только для минимального времени экспозиции, устанавливает время активации электронного затвора (для регистраторов с электронным затвором)
Delay (µs)	Установка времени задержки активации электронного затвора (для регистраторов с электронным затвором)

Поле External Shutter

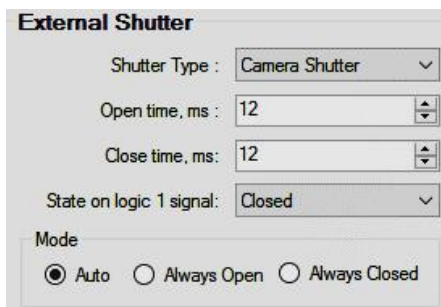


Рис. 16 Вид поля Shutter

Shutter Type	Выбрать тип используемого затвора: <i>None</i> – затвор отсутствует. <i>Manual</i> – в ходе измерений планируется ручное переключение затвора <i>Camera Shutter</i> – использовать внутренний затвор камеры с установленными параметрами (зависит от типа регистратора) <i>Instrument Shutter(s)</i> – использовать внутренний затвор монохроматора с установленными параметрами
Open time, ms	Время открытия затвора в миллисекундах
Close time, ms	Время закрытия затвора в миллисекундах
State on logic 1 signal	Положение затвора при подаче на него логической единицы
Mode	Выбор режим работы затвора: <i>Auto</i> – автоматический режим работы затвора согласно установленным параметрам <i>Always Open</i> – затвор всегда находится в открытом положении <i>Always Closed</i> – затвор всегда находится в закрытом положении

Поле Sensor

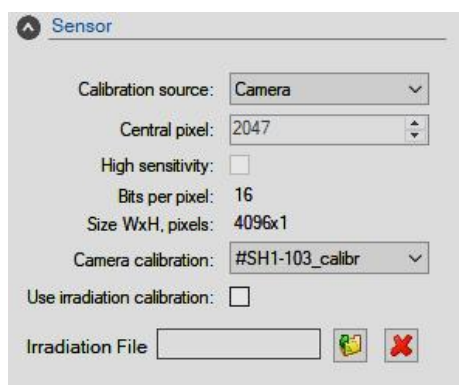


Рис. 17 Вид поля Sensor

Calibration source	Выбрать источник калибровки: <i>Instrument</i> – для монохроматоров <i>Camera</i> – для спектрометров или регистраторов, установленных в монохроматоры
Central pixel	Номер центрального пиксела регистратора. Устанавливается при наладке прибора
High sensitivity	Включить/выключить режим высокой чувствительности. Доступно для регистраторов, поддерживающих данную функцию
Bits per pixel	Разрядность АЦП. Зависит от типа регистратора
Size WxH, pixels	Размер активного регистратора по ширине и высоте в пикселах
Camera calibration	Выбор активной калибровки
Use irradiation calibration	Если ваш прибор калиброван по интенсивности, нажмите данную галочку для пересчёта отсчётов АЦП в единицы СПЭО (Вт/нм*м ²)
Irradiation file 	Загрузить с ПК CSV или TXT таблицу для коррекции интенсивности
Irradiation file 	Удалить текущую калибровку по интенсивности

Поле Synchronization

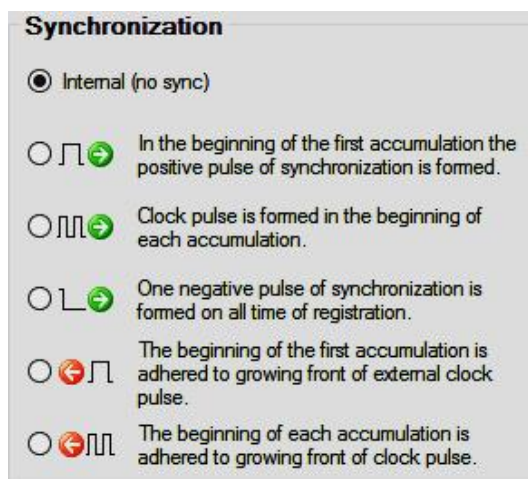


Рис. 18 Вид поля Synchronization

Internal (no sync)	Синхронизация отсутствует. Регистрация спектров осуществляется периодически в соответствии с установленными параметрами регистрации
	Регистрация осуществляется периодически в соответствии с установленными параметрами регистрации; на выходе синхронизации прибора формируется положительный импульс только перед первым считыванием спектра
	Регистрация осуществляется периодически в соответствии с установленными параметрами регистрации; на выходе синхронизации прибора появляются импульсы перед каждым считыванием со следующими параметрами (нагрузка 1000 Ом)
	Регистрация осуществляется в соответствии с установленными параметрами. На выходе синхронизации прибора формируется отрицательный импульс только перед первым считыванием спектра
	Регистрация осуществляется в соответствии с установленными параметрами. Первое считывание происходит после появления на входе синхронизации импульса, все последующие происходят друг за другом без каких-либо задержек
	Регистрация осуществляется в соответствии с установленными параметрами после получения синхроимпульса от внешнего источника

Параметры генерируемого синхроимпульса	
- Полярность	Положительная
- Амплитуда, В	3-5
- Длительность импульса по полувысоте, мкс	≤10
Требования к внешнему синхроимпульсу	
- Полярность	Положительная
- Амплитуда, В	От 3 до 15
- Длительность импульса по полувысоте, мкс	От 5 до 20
- Длительность фронта нарастания	≤1

Панель Current Spectra



Рис. 19 Управление в панели Current Spectra

Undo last zoom	Вернуться к предыдущему масштабу (<i>Backspace</i>)
Unzoom	Убрать масштабирование, отобразив спектр целиком в области просмотра (<i>Пробел</i>)
Zoom In	Увеличить масштаб (или <i>колёсико мыши вверх</i>)
Zoom Out	Уменьшить масштаб (или <i>колёсико мыши вниз</i>)
Zoom Vertical min-max	Автоматическое масштабирование по оси Y. Спектр отобразится таким образом, что максимум спектра соответствует наибольшему значению отображаемой области, а минимум - наименьшей
Zoom Vertical zero-max	Масштабирование по оси Y от нуля до наибольшего из значений отображаемой области
Lg	Представить данные по оси Y в логарифмическом масштабе
Show / Hide cursor	Выбрать режим работы курсора (<i>горячая клавиша C</i>): <i>Points</i> – курсор перемещается только по точкам спектра <i>Free</i> – свободное перемещение курсора <i>Hide</i> – курсор не отображается
Show / Hide Points	Показать / скрыть аналитические точки на спектре (см. стр. 24) (<i>Горячая клавиша D</i>)
Show / Hide markers	Показать / скрыть маркеры (см. стр. 24)
Pin spectra	Закрепить текущий спектр в окне спектров. Функция работает также и при непрерывной регистрации. (см. стр. 22) (<i>Горячая клавиша P</i>)
Peak info	Показать окно Peak Info (<i>анализ спектральных линий</i>)
Copy	Копировать в буфер обмена: <i>Copy data</i> – скопировать в буфер обмена данные спектра в текстовом формате <i>Copy image</i> – скопировать в буфер обмена изображение активного окна спектров
Export	Экспортировать данные: <i>Export CSV</i> – экспортировать данные спектра в формате CSV <i>Export image</i> – экспортировать текущее окно спектра в формате изображения
Print	Отправить текущее окно спектра на печать (<i>CTRL+P</i>)
	Выбрать единицы измерения по шкале X: нм, см ⁻¹ , Рамановский сдвиг, эВ, ГГц или пиксели

Управление с помощью мыши в панели Current Spectra:

Подведите курсор мыши к шкале X или Y, курсор поменяет изображение на  или  в зависимости от шкалы. Зажмите левую клавишу мыши и перетаскивайте мышью вверх/вниз для масштабирования шкалы Y или влево/вправо для масштабирования шкалы X.

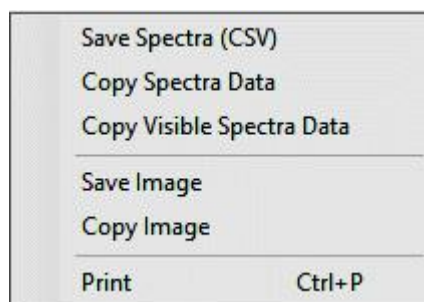
Переместите курсор в область отображения спектра и зажмите левую клавишу мыши для выбора прямоугольной зоны, которую вы хотите увеличить.

Переместите курсор в область отображения спектра и зажмите правую клавишу мыши для одновременного перетаскивания горизонтальной и вертикальной шкал.

Ctrl + колёсико мыши – изменить масштабирование по оси X.

Shift+колёсико мыши – изменить масштабирование по оси Y

Нажмите правой клавишей мыши по области отображения спектров, для открытия следующего диалогового окна:



Save Spectra (CSV) – сохранить данные спектры в файл формата CSV.

Copy Spectra Data – скопировать данные всего спектра в текстовом формате в буфер обмена.

Copy Visible Spectra Data – скопировать данные отображаемой в окне части спектра в текстовом формате в буфер обмена.

Save Image – сохранить спектр в формате изображения (PNG или BMP).

Copy Image – скопировать текущий вид окна спектров в формате изображения в буфер обмена.

Print – отправить текущий вид окна спектров на печать.

Панель 2D image

При выборе режима работы камеры 2D image на основной панели, в панели 2D image будет показано зарегистрированное регистратором двумерное изображения сигнала.

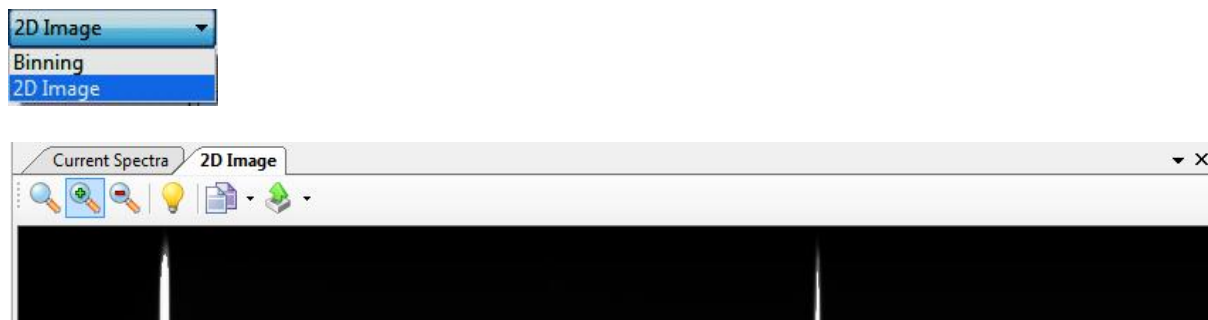
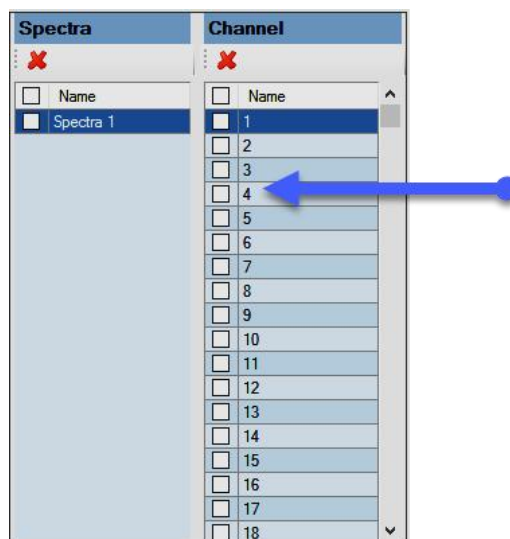


Рис. 20 Панель 2D image

 Unzoom	Убрать масштабирование
 Zoom In	Увеличить масштаб (или ctrl + колёсико мыши вверх)
 Zoom Out	Уменьшить масштаб (или ctrl + колёсико мыши вниз)
 Brightness	Открыть ползунок регулировки яркости изображения
 Copy	Копировать в буфер обмена: <i>Copy image</i> – скопировать в буфер обмена изображение активного окна спектров <i>Copy data</i> – скопировать в буфер обмена данные спектра в текстовом формате
 Export	Экспортировать данные: <i>Export image</i> – экспортировать текущее окно спектра в формате изображения <i>Export CSV</i> – экспортировать данные спектра в формате CSV

Спектр каждого канала по высоте матричного регистратора будет сохранён в панель *Data – Channel*.



Панель данных (Data Panel)

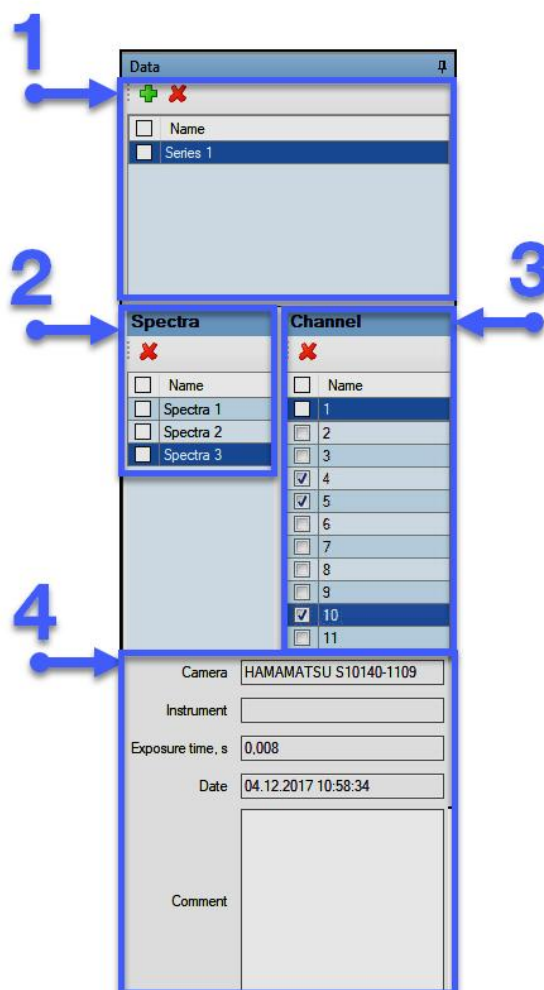


Рис. 21 Вид панели Data

- 1) Поле *Series* содержит в себе таблицу серий измерений. Каждой серии измерений соответствуют собственные измеренные спектры в поле *Spectra*. С помощью кнопки (Add Series) можно добавить новую серию измерений. С помощью кнопки (Delete Series) можно удалить серии, отмеченные галочками.
- 2) Поле *Spectra* содержит в себе таблицу зарегистрированных спектров. Активный спектр выбирается нажатием левой клавишей мыши по названию спектра. Активный спектр будет отображён в панели спектров (Current Spectra). С помощью кнопки (Delete Spectra) можно удалить спектры, отмеченные галочками.
- 3) При работе камеры в режиме Binning каждому спектру соответствует один канал в поле *Channels*. При работе камеры в режиме 2D image каждому зарегистрированному спектру соответствуют спектры отдельных каналов по высоте матричного регистратора. Спектры каждого канала можно удалить, отметив галочкой и нажав на кнопку (Delete Channel (s)).
- 4) Основная информация для каждого полученного спектра с указанием использованной камеры, прибора, времени экспозиции и датой. К основной информации можно добавить свои комментарии в поле *Comment*.

IV. Работа в SolarLS.LAB

Установка прибора на требуемую длину волны:

В поле **Instrument-Wavelength-Target** введите значение длины волны.

Нажмите  или . Прибор будет установлен на длину волны, указанную в окне **Target**, причем текущее значение длины волны будет отражено в окне **Current**.

Установка требуемой ширины входной/выходной щели:

Введите значение ширину щели в поле **Instrument - Entrance / Exit slit-Target**

Нажмите  или . После того, как требуемая ширина щели будет установлена, в поле **Current** появится то же значение, что и в поле **Target**.

Регистрация спектра:

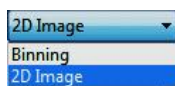
В панели **Camera Settings** задайте необходимые настройки камеры. Нажмите кнопку  (**Register**) на основной панели, для запуска однократной регистрации с установленными параметрами.

Запуск непрерывной регистрации спектров:

В панели **Camera Settings** задайте необходимые настройки камеры. Нажмите кнопку  (**Continuous registration**) на основной панели, чтобы запустить многократную регистрацию с установленными параметрами. Для остановки регистрации нажмите кнопку  (**Stop Registration**).

Выбор режима работы камеры:

Для выбора режима работы камеры раскройте выпадающий список, расположенный на основной панели:



Binning – режим аппаратного суммирования строк. Является базовым режимом работы как линейного, так и матричного регистратора. При работе с матричным регистратором данный режим позволяет повысить общую чувствительность системы за счёт использования суммарной площади каждого столбца матрицы в качестве одного пиксела увеличенной высоты.

2D image – режим двумерного изображения. Используется для матричных регистраторов. Данный режим позволяет отдельно считывать сигнал с каждого пиксела, обеспечивая таким образом разрешение по высоте регистратора перпендикулярно направлению дисперсии.

Закрепление спектров на экране:

Чтобы закрепить активный спектр на экране нажмите кнопку  (**Pin spectra**) на панели спектров. Данная функция также работает при непрерывной регистрации спектров. Можно закрепить одновременно несколько спектров. Если Вы закрепили несколько спектров, Вы можете нажать на стрелку возле кнопки **Pin spectra** , чтобы отметить галочками закреплённые спектры для отображения на экране. Кнопка **Remove All** удалит все закреплённые спектры

Начать сканирование:

При нажатии на стрелку возле кнопки  и выборе *Scan* откроется следующее окно:

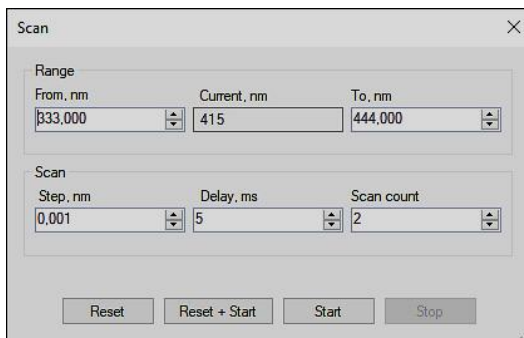


Рис. 22 Окно настроек сканирования

В полях **From (от)** и **To (до)** укажите интересующий Вас спектральный диапазон сканирования.

В поле **Step, nm** задаётся шаг сканирования.

В поле **Delay, ms** задаётся задержка между шагами сканирования в миллисекундах.

В поле **Scan count** задаётся число сканирований.

Нажмите кнопку **Start** или **Reset+Start** для начала сканирования.

Регистрация панорамного спектра:

При нажатии на стрелку возле кнопки  и выборе *Panoramic* откроется следующее окно:

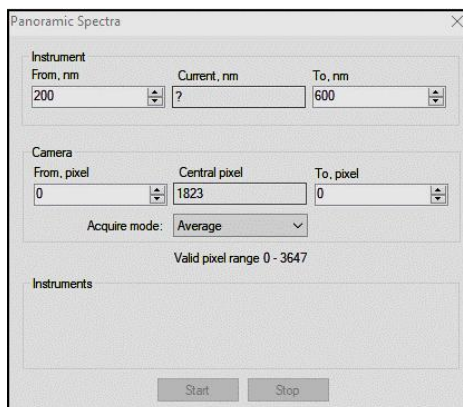


Рис. 23 Окно настроек панорамного сканирования

В полях **Instrument-From (от)** и **Instrument-To (до)** укажите интересующий Вас спектральный диапазон панорамирования, нажмите кнопку **Start**, и монохроматор произведет смену решеток и фильтров в соответствии с установками изготовителя (если применить соответствующие настройки, см. рис. 10), зарегистрирует отдельные спектры в режиме *Average* или *Sum*, осуществит их автоматическую сшивку и продемонстрирует результирующий спектр. Также вы можете установить диапазон охвата регистратора при сканировании в пикселах в полях **Camera-From, Pixel** и **Camera-To, Pixel**. Любой регистратор характеризуется небольшой неравномерностью чувствительности пикселей на противоположных краях линейки. При выборе более узкого диапазона пикселей, используемых при сканировании, Вы можете уменьшить данный негативный эффект. Полученный спектр будет сохранён в панели Data с именем, содержащим слово «Scan» и указанием диапазона сканирования.

Работа с аналитическими точками и маркерами:

Если нажать кнопку  в панели управления «Current Spectra», то на отображаемом спектре появятся аналитические точки. Каждая точка соответствует определённому пикселу регистратора.

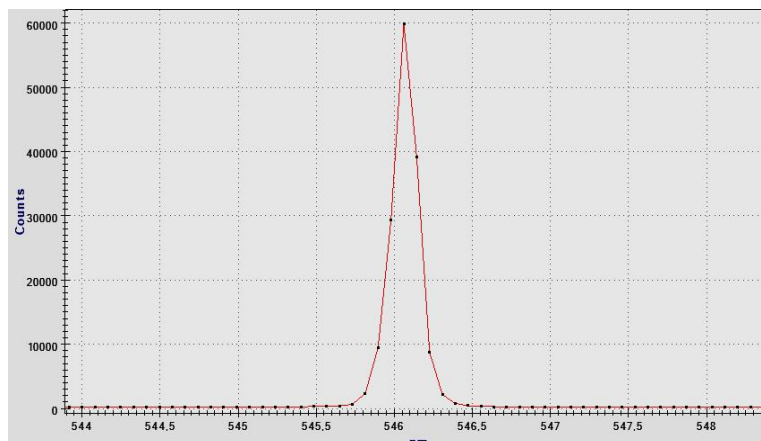


Рис. 24 Пример отображения аналитических точек

Нажмите кнопку  на панели управления «Current Spectra». Поместите левый маркер (A) нажатием левой клавиши мыши, затем разместите правый маркер (B) нажатием правой клавиши мыши. Таблица данных о маркерах отобразится внутри окна спектров Current Spectra. Данная таблица содержит информацию об аналитических точках для установленных маркеров: значения по оси X (длины волны), значения по оси Y (относительная интенсивность в отсчётах АЦП) и соответствующий номер пиксела. Поле Δ содержит разницу между соответствующими значениями маркеров A и B.

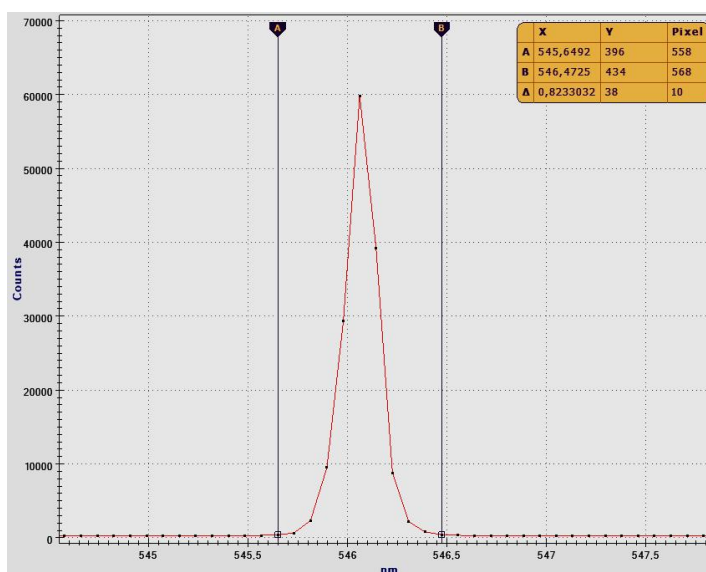


Рис. 25 Пример работы с маркерами

Peak info (анализ спектральных линий):

Если зарегистрированный спектр содержит выраженные спектральные линии, Вы можете проводить их анализ с помощью функции Peak info. Поместите маркеры A и B на границах выбранной спектральной линии. Затем нажмите кнопку  на панели управления «Current Spectra». На экране появится окно «Peak info»:

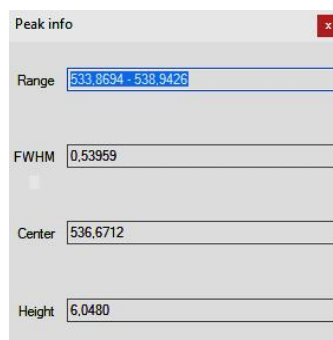


Рис. 26 Окно Peak info

В окне спектров будет построена аппроксимированная спектральная линия голубого цвета.

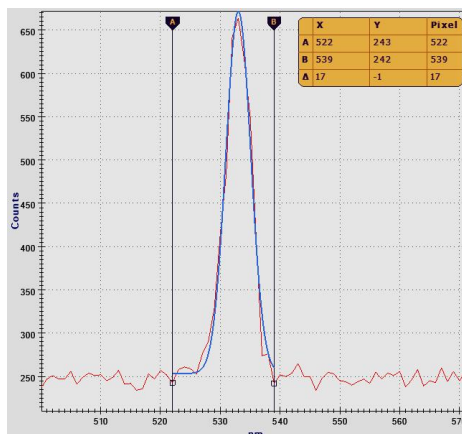


Рис. 27 Аппроксимированная спектральная линия

Окно Peak info содержит следующую информацию:

Range – выставленный маркерами диапазон поиска спектральной линии.

FWHM – рассчитанная полная ширина линии на половине максимума.

Center – длина волны пика спектральной линии

Height – относительная интенсивность в отсчётах АЦП пика спектральной линии.



Если аппроксимированная линия не соответствует зарегистрированной, попробуйте установить маркеры A и B с большей точностью. Функция Peak Info предназначена только для анализа одиночных пиков.

Peaks – модуль автоматического поиска спектральных пиков

Для работы со спектрами, имеющими спектральные линии удобно пользоваться модулем Peaks, с помощью которого можно настроить автоматический поиск пиков. Для вызова модуля нажмите View-Peaks.

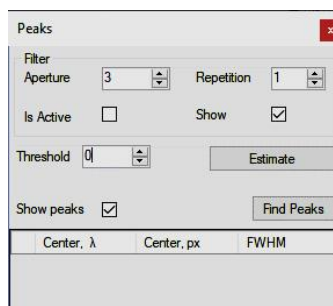


Рис. 28 Окно модуля Peaks

В качестве примера работы с данным модулем приводим спектр ртутно-аргоновой лампы, зарегистрированный в диапазоне ~650-1100 нм.

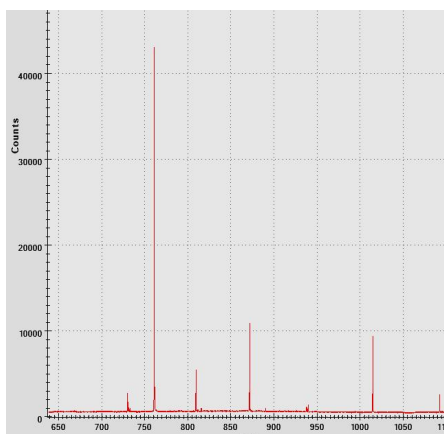


Рис. 29 Спектр ртутно-аргоновой лампы, зарегистрированный в диапазоне ~650-1100 нм

В окне Peaks (см. рис. 28) нажмите кнопку *Estimate* для автоматического подбора *Threshold* – порогового уровня пиков в отсчётах АЦП (Counts) или самостоятельно введите значение в поле ввода.

Нажмите кнопку *Find Peaks*. В окне появится таблица найденных спектральных пиков:

Peaks		
Filter	Aperture 3	Repetition 1
Is Active	☐	Show ☒
Threshold	811	Estimate
Show peaks	☒	Find Peaks
Center, λ	Center, px	FWHM
☒ 730.179	794.273	0.192
☒ 731.112	802.422	0.216
☒ 732.783	817.01	0.265
☒ 761.128	1064.902	0.201
☒ 763.326	1084.151	0.092
☒ 763.706	1087.475	0.091
☒ 809.457	1408.989	0.209
☒ 811.641	1508.196	0.293
☒ 815.705	1543.946	0.182
☒ 871.062	2032.225	0.042
☒ 871.756	2038.362	0.215
☒ 890.275	2202.256	0.208
☒ 937.765	2623.816	0.191
☒ 939.583	2639.992	0.21
☒ 1014.669	3310.355	0.219
☒ 1092.244	4007.839	0.244

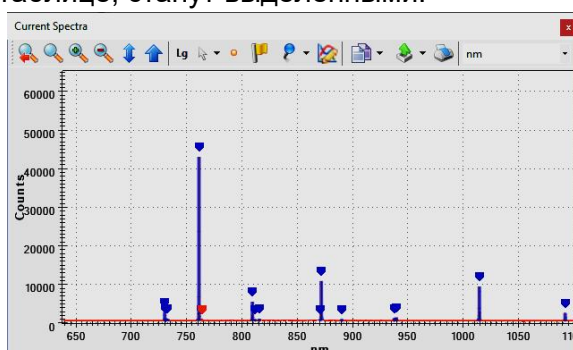
Рис. 30 Список найденных спектральных линий в окне Peaks

Center, λ – центральная длина волны обнаруженного спектрального пика

Center, px – центральный пиксель обнаруженного спектрального пика

FWHM – ширина спектральной линии на полувысоте для обнаруженного пика в нм

Для отображения пиков в окне спектров активируйте галочку *Show peaks*. Пики, отмеченные галочкой в таблице, станут выделенными.



Для спектров более сложной структуры можно воспользоваться настройками фильтров в окне Peaks, для этого активируйте галочку *Is Active*. При отмеченном галочкой поле *Show* в окне спектров будет отображаться сглаженная фильтром линия. В поле *Filter Aperture* задаётся размер сглаживающего интервала, а в поле *Repetition* задаётся число применения фильтра.

Калибровка регистратора по длинам волн

Калибровка по длинам волн уникальна для каждого спектрометра/регистратора она содержится в файле XXX_calibr.wclbr (XXX – серийный номер спектрометра/регистратора). Калибровка по длинам волн устанавливается автоматически в процессе инсталляции программного обеспечения с USB-накопителя, входящего в комплект поставки.

С течением времени и под действием изменений температуры окружающей среды могут происходить небольшие сдвиги калибровочной кривой конкретного спектрометра. В этом случае рекомендуется проводить коррекцию калибровочной кривой.

Нажмите  в панели «**Camera Settings**» выберите пункт Wavelength Calibration для обзора или изменения текущей калибровки. На экране появится следующее окно:

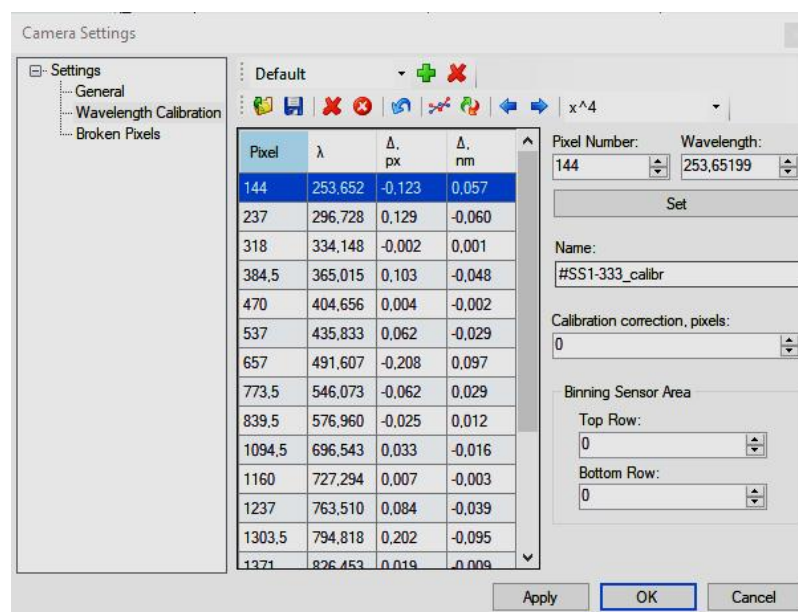


Рис. 31 Окно калибровки по длинам волн

 Open	Загрузить калибровку из файла (формат .TXT или .WCLBR)
 Save	Сохранить калибровку в файл формата .WCLBR
 Delete point	Удалить выбранную линию из калибровки
 Delete all	Удалить всю калибровочную таблицу
 Restore original calibration	Восстановить начальную калибровку
 Show calibration chart	Открыть график калибровки
 Apply calibration to all spectra	Применить текущую калибровку ко всем спектрам в панели Data
 Previos/Next peak	Перейти к предыдущему/следующему спектральному пику (если пики найдены в Peaks)
 Add new calibration	Добавить новую калибровку
 Delete current calibration	Удалить текущую калибровку

Точки калибровки, выделенные в таблице красным цветом, рекомендуется перекалибровать – найденная ошибка в калибровке Δ превышает лимиты точности.

Также поиск выпадающих точек калибровки можно провести с помощью кнопки  (**Show calibration chart**). По её нажатию откроется окно с графиком калибровки, в котором по оси X расположены пиксели регистратора, а по оси Y – длины волн в нм. Управление в данном окне аналогично управлению в окне спектров.

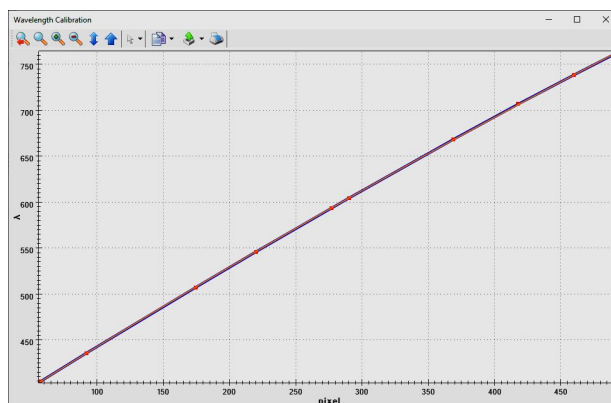
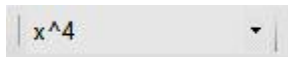


Рис. 32 График хорошей калибровки без выпадающих точек

Интерполяция

Нажмите на выпадающий список , чтобы выбрать активный метод интерполяции для калибровочной кривой:

Linear – интерполяция будет осуществляться линейной функцией.

Piecewise linear – интерполяция будет осуществляться кусочно-линейной функцией.

x^2 - x^5 – интерполяция будет осуществляться полиномиальной функцией степени от 2 до 5.

Sensor Area*

* - для матричных регистраторов.

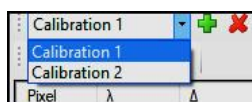
В полях **Top Row** и **Bottom Row** устанавливаются верхняя и нижняя границы соответственно в пикселах для установки работы матричного регистратора в режиме Binning по высоте.

Добавление реперной точки в калибровку

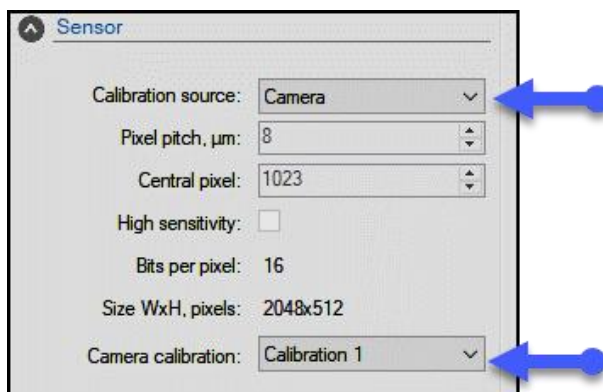
Для добавления новой реперной точки в текущую калибровку впишите в поле **Pixel Number** номер пикселя и в поле **Wavelength** соответствующую длину волны в нанометрах. Нажмите кнопку **«Set»**, для добавления в калибровку новую длину волны. Выбранные точки калибровки можно удалить нажатием на кнопку  (**Delete point**). Всю таблицу значений можно удалить нажатием на кнопку  (**Delete all**)

Добавление новой калибровки

В поле **Name** отображается название текущей калибровки, при желании его можно изменить. Вы можете также добавить новый файл калибровки, нажав на кнопку  во вкладке *Camera Settings – Wavelength Calibration*. Список доступных калибровок можно просмотреть, раскрыв выпадающий список:



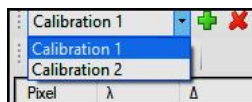
Активная калибровка выбирается в панели Camera Settings – Sensor – Camera Calibration:



Убедитесь, что в списке *Calibration source* выбрано *Camera*.

Удаление калибровки

Список доступных калибровок можно просмотреть, раскрыв выпадающий список:



Выбранную из списка калибровку можно удалить нажатием на кнопку  (*Delete current calibration*).

Коррекция калибровки

Для коррекции калибровки по длинам волн достаточно использовать источник света с одной известной спектральной линией, находящейся в пределах спектрального диапазона Вашего спектрометра. Это может быть, например, ртутная линия 546,073нм, которая имеется во многих лампах.

- зарегистрируйте спектр источника света и убедитесь, что интенсивность выбранной для коррекции спектральной линии не выходит за пределы шкалы Y окна регистрации спектра,

- с помощью курсора отметьте точку на экране, соответствующую максимуму интенсивности выбранной спектральной линии,

- зарегистрируйте по шкале X значение длины волны, измеренное с помощью спектрометра, и сравните его с табличным значением длины волны выбранной спектральной линии.

- при наличии значительных расхождений нажмите кнопку  в панели «**Camera Settings**» перейдите в раздел калибровки «**Wavelength Correction**». В поле «**Calibration correction, pixels**» Вы можете задать в пикселях параллельный сдвиг всей калибровки. В зависимости от знака +/- сдвиг будет выполняться влево или вправо. Нажмите кнопку **OK**.

- проверьте соответствие измеренной длины волны табличному значению и при необходимости повторите коррекцию до наилучшего совпадения.

Повторная калибровка

Для повторной калибровки по длинам волн требуется источник света, имеющий несколько спектральных линий (желательно 10-20), равномерно распределенных по спектральному диапазону Вашего спектрометра. Источником света может быть, например, ртутная или ртутно-аргоновая лампа, а также неоновая и криптоновая лампы.

Если Ваш спектрометр не содержит фильтра разделения порядков, для калибровки можно использовать вторые, третьи и более высокие порядки спектральных линий, если они находятся в пределах спектрального диапазона Вашего спектрометра.

- зарегистрируйте спектр источника света и убедитесь, что интенсивность выбранных для калибровки спектральных линий не выходит за пределы шкалы Y окна регистрации спектра.

- с помощью курсора поочередно отметьте точки на экране, соответствующие максимумам интенсивности выбранных спектральных линий и зарегистрируйте по шкале X соответствующие номера пикселей.

- нажмите кнопку  в панели «**Camera Settings**» чтобы открыть окно «**Wavelength Correction**» (Рис. 31). Создайте новую калибровку, нажав на кнопку  (**Add new calibration**). Впишите в поле **Pixel Number** номер пикселя и в поле **Wavelength** соответствующую длину волны в нанометрах. Нажмите кнопку «**Set**», чтобы добавить в калибровку новую длину волны.

- нажмите кнопку  (**Save**) во вкладке «**Wavelength Correction**», чтобы сохранить новый файл калибровки в формате .wclbr.

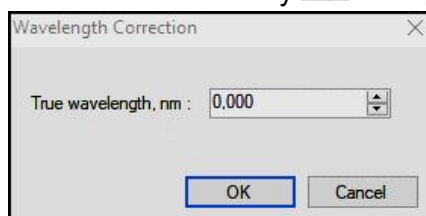
- по окончании процесса калибровки нажмите кнопку **OK**.



Если Вы используете Вашу собственную калибровку, рекомендуем Вам всегда сохранять заводской калибровочный файл.

Коррекция установки длины волны на выходе монохроматора

Для обеспечения максимальной точности при работе с монохроматором в программном обеспечении SolarLS.LAB предусмотрена процедура коррекции установки длины волны. В панели Instrument нажмите кнопку  и откроется следующее окно:



После ввода значения *True wavelength* (*истинная длина волны*) и нажатия кнопки «OK», текущее значение длины волны на выходе монохроматора (отображается в **Instrument-Wavelength-Current**) будет скорректировано к введённому значению. Вся калибровочная кривая длин волн получит соответствующий сдвиг.



Чтобы получить полное описание процедуры коррекции установки длин волн для Вашего прибора, прочтите руководство пользователя приобретенного монохроматора.

Применение фильтров к спектрам

На панели *Data-Spectra* кликом мыши выберите активным спектр, к которому Вы хотите применить фильтр. По нажатию на кнопку  на основной панели откроется окно фильтров. В данном окне *красным* цветом отображается оригинальный спектр, *синим* цветом – спектр после применения фильтра.

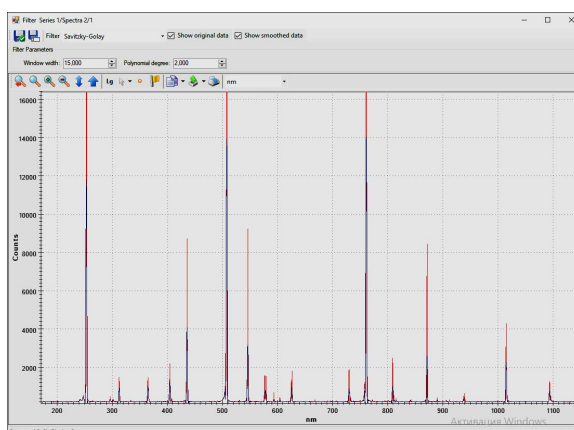


Рис. 33 Окно сглаживающих фильтров

В верхней части окна находятся следующие кнопки и настройки фильтров:

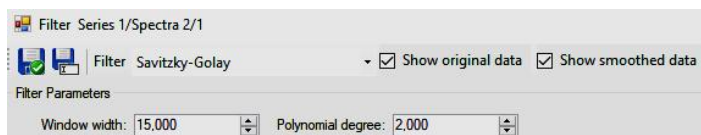


Рис. 34 Настройки фильтров

Filter Savitzky-Golay ▾	Раскройте выпадающий список для выбора нужного типа фильтра. Краткое описание основных доступных фильтров приведено в <i>приложении С</i> .
☒ Show original data	Если отмечено, в окне фильтров будет отображаться оригинальный спектр
☒ Show smoothed data	Если отмечено, в окне фильтров будет отображаться спектр с применённым фильтром
Filter Parameters	Данная вкладка содержит окна настроек фильтра, изменяется в зависимости от выбранного фильтра

Сохранение спектров после обработки

После нажатия кнопки  (replace original spectrum with smoothed spectrum) оригинальный спектр в панели Data будет заменён на спектр с применённым фильтром.

После нажатия кнопки  (replace original spectrum with smoothed spectrum) появится следующее окно:

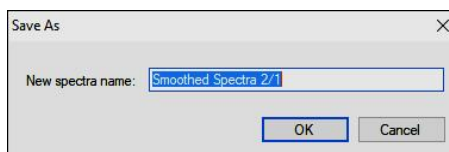


Рис. 35 Сохранение сглаженного спектра под новым именем

Впишите название сглаженного спектра и нажмите «Ок». Сглаженный спектр с введённым названием будет сохранён в панели Data-Spectra:

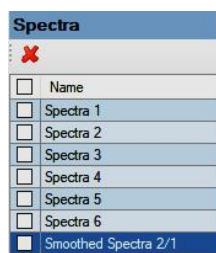


Рис. 36 Сглаженный спектр в панели всех спектров сессии

Краткое описание доступных фильтров приведено в *приложении С*. Более подробное описание фильтров доступно в специализированной литературе или в интернет-источниках.

Приложение А. Настройка интерфейса

В верхней части программы закреплена основная панель. Расположение, размер и режим отображения любых других панелей можно изменить.

Например, на рис.36 панель настроек регистратора (Camera Settings) и панель управления прибором (Instrument) расположены в одном окне. Наведите курсор на вкладку Camera Settings и нажмите левую клавишу мыши. Перемещайте курсор с зажатой левой клавишей мыши, чтобы установить панель Camera Settings в любом удобном для Вас месте, затем отпустите левую клавишу мыши.

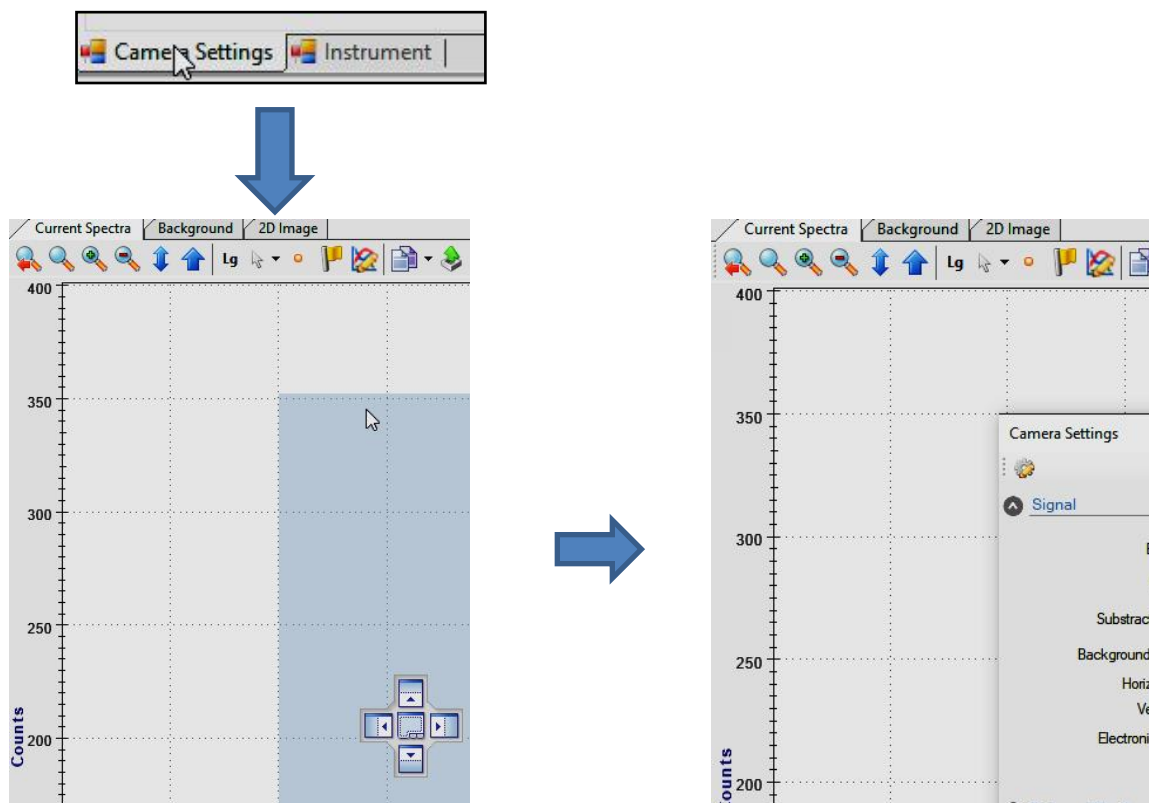


Рис. 36 Перемещение панели

При перемещении курсора на другую панель на экране возникнут символы . При размещении перетаскиваемой панели на указатели вверх/вниз/влево/вправо она будет размещена относительно выбранной панели соответственно сверху/внизу/слева/справа. Если поместить перетаскиваемую панель на центральный указатель, то в выбранном окне появятся вкладки старой и новой панелей.

Аналогичные процедуры выбора местоположения доступны для любых панелей, кроме закреплённой основной панели.

Если закрепить панель у границы экрана (разместив её на указатель у границы экрана, к примеру  у правой границы экраны) и затем нажать на кнопку , то панель примет «спрятанный» вид и будет отображаться, если навести курсор мыши на раскрываемую вкладку.

Для дополнительных настроек интерфейса (цвета панелей, фоновые цвета, параметры отображения осей, маркеров и прочее) нажмите Tools-Options. Для отмены последнего внесённого изменения в интерфейс нажмите кнопку *Undo*. Для полного сброса внесённых изменений и отката к заводским настройкам нажмите кнопку *Defaults*.

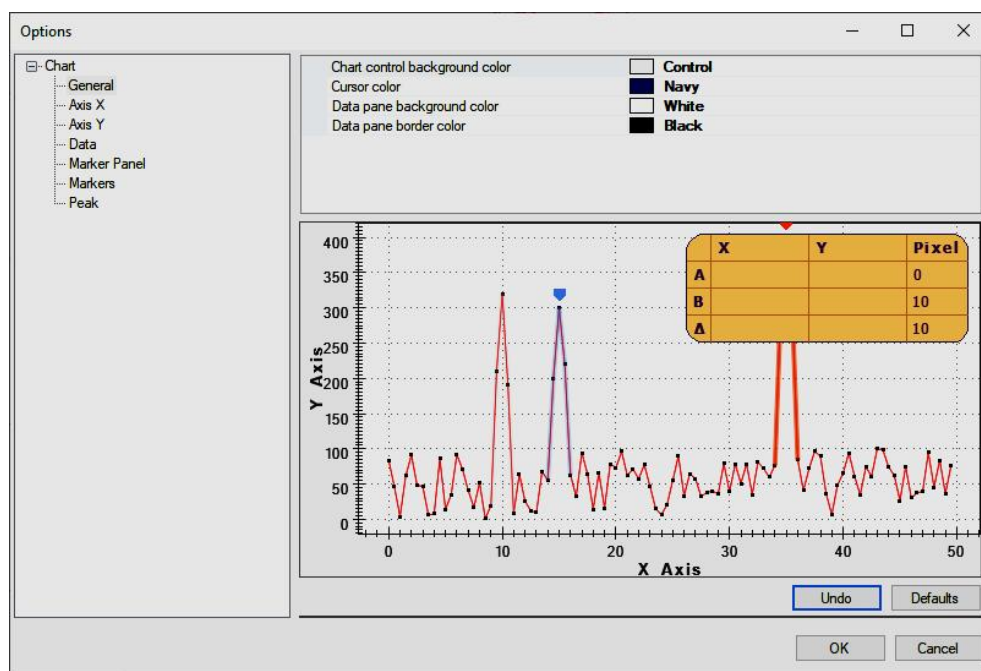


Рис. 37 Окно настроек интерфейса

Приложение В. Рекомендации по получению панорамных спектров хорошего качества

1) Установите необходимую дифракционную решётку и выберите активным порт для работы с регистратором. Убедитесь, что затвор открыт.

2) Перестройте монохроматор на длину волны, равную длине волны блеска активной дифракционной решётки.

3) Запустите непрерывную регистрацию спектров кнопкой . Наблюдайте регистрируемый сигнал в окне **Current Spectra** и отрегулируйте ширину раскрытия входной щели **Entrance Slit** таким образом, чтобы сигнал достигал 80-90% насыщения камеры.



При работе с источником многолинейчатого излучения отрегулируйте уровень сигнала по максимуму амплитуды линии с помощью винта юстировки положения регистратора. (см. раздел «Фокусировка регистратора» в руководстве пользователя монохроматора). При работе с источником непрерывного излучения фокусировка регистратора в данном случае не требуется.

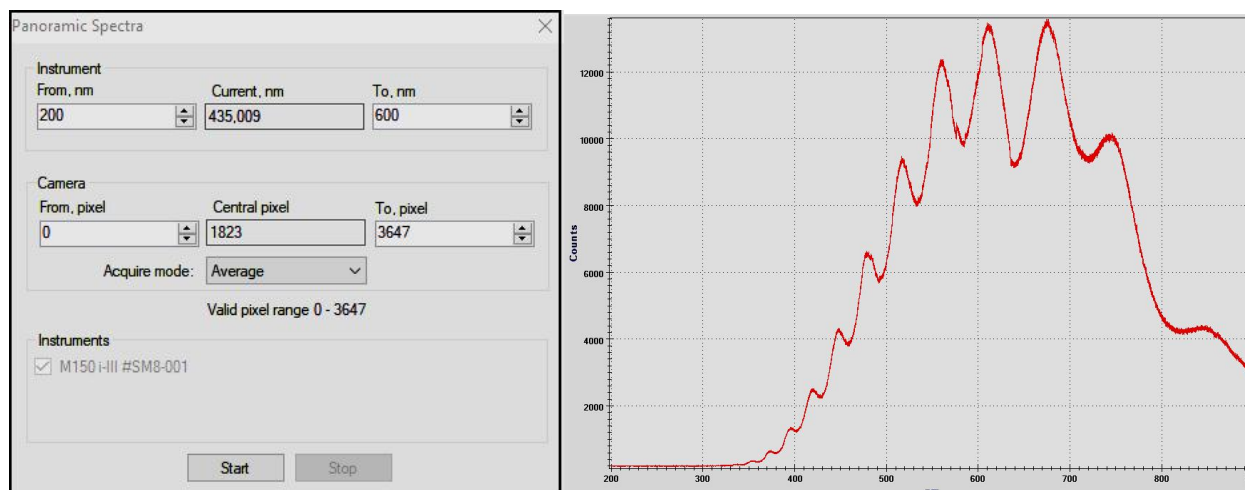
4) Если Вам не удаётся добиться приемлемого уровня сигнала с помощью регулировки ширины раскрытия входной щели, измените значение времени экспозиции в **Camera Settings-Signal-Exposure**.



5) Нажмите кнопку  на основной панели. В открывшемся окне выставьте начальное и конечное значение диапазона регистрации. В данном примере мы получим спектр для диапазона 200-900 нм.

6) В полях **Camera-From, Pixel** и **Camera-To, Pixel** установите диапазон охвата регистратора при регистрации. В таблице ниже представлены два варианта установки границ охвата регистратора: в первом случае использовались все пиксели от 0 до 3647, а во втором случае используются пиксели от 1723 до 1923 при центральном пикселе 1823. Из полученных панорамных спектров видно, что второй спектр является более предпочтительным и качественным. Значения границ охвата регистратора подбираются экспериментальным образом.

7) Используйте метки в окне настроек прибора для автоматической смены решёток и фильтров в зависимости от длины волны на выходе монохроматора (см. Рис. 10).



Охват всех пикселей регистратора при сканировании. Результирующий панорамный спектр.

Приложение С. Типы сглаживающих фильтров

В данном приложении приведено краткое описание доступных в программном обеспечении SolarLS.LAB сглаживающих фильтров. На панели *Data-Spectra* кликом мыши выберите активным спектр, к которому Вы хотите применить фильтр. По нажатию на кнопку  на основной панели откроется окно фильтров. В данном окне *красным* цветом отображается оригинальный спектр, *синим* цветом – спектр после применения фильтра.

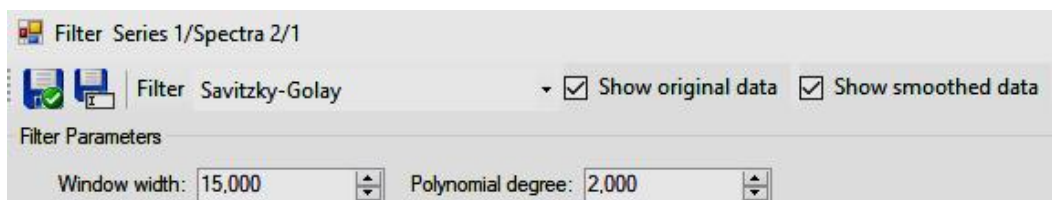


Рис. 38 Настройки в окне фильтров

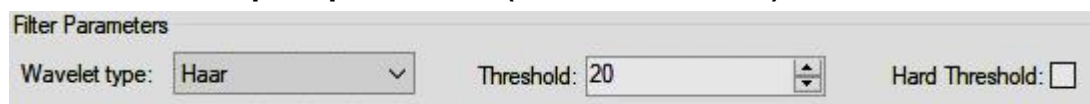
Раскройте выпадающий список **Filter Savitzky-Golay** для выбора нужного типа фильтра. Ниже описаны некоторые типы фильтров.

Фильтр Савицкого-Голая (Savitzky-Golay)



В настройках фильтра Савицкого-Голая задаются ширина окна – число аналитических точек спектра – (Window width) и степень полинома (Polynomial degree), используемые для расчёта.

Дискретное вейвлет-преобразование (Discrete Wavelet)



В выпадающем списке Wavelet type выбирается один из следующих типов вейвлетов:

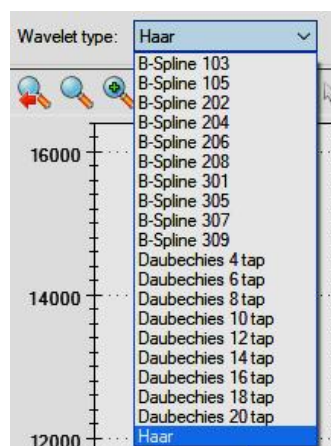


Рис. 39 Типы доступных вейвлетов

В поле *Threshold* задаётся значение пороговой функции, используемое в фильтре.

Hard Threshold – если нажато, будет проводиться обнуление только малых по модулю вейвлет-коэффициентов, что сохраняет неискаженной амплитуду сигнала, но сопровождается появлением нерегулярностей. “Мягкий” вариант, при не нажатой галочке, позволяет избежать нерегулярностей, но при этом проводится коррекция всех вейвлет-коэффициентов и амплитуда сигнала снижается.

Фильтр спектров с использованием вейвлет-преобразований рекомендуется для линейчатых спектров, а также эффективной коррекции шумового сигнала.

Фильтр скользящим средним (Moving average/boxcar)



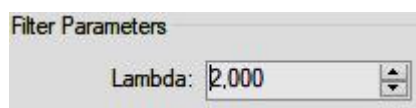
В настройках фильтра скользящим средним задаётся ширина окна – число аналитических точек спектра – (Window width), используемая для расчёта.

Фильтр Баттерворта Butterworth



В настройках фильтра Баттерворта задаётся уровень среза (Cut-off), используемый для расчёта.

Фильтр Уитткера (Whittaker smoother)



В настройках фильтра Уитткера задаётся коэффициент лямбда (Lambda), используемый для расчёта.

Фильтры размытия (Convolutions):

Список доступных фильтров размытия:

Gauss, Bartlett, Bartlett-Hann, Parzen, Welch, Sine, Hann, Hamming, Blackman, Blackman-Harris, Blackman-Nuttal, Exponential, Kaiser, Flat Top, Lanchos

В настройках фильтров размытия задаётся ширина окна – число аналитических точек спектра – (Window width), используемая для расчёта. Для фильтров Gauss, Exponential и Kaiser задаются дополнительные расчётные коэффициенты.



Более подробное описание других типов фильтров доступно в специализированной литературе или в интернет-источниках.

Приложение D. Колориметрия

На главной панели нажмите *View-Colorimetry*. Откроется окно *Color*. В данном окне приводятся результаты расчётов цветовых координат, коррелированной цветовой температуры CCT и индексов цветопередачи (CIE CRI и CAM02 CRI) для активного спектра. В выпадающем окне Observer выбирается стандартный колориметрический наблюдатель с углом поля зрения 2° или 10°. В выпадающем окне Color Space выбирается активное цветовое пространство (CIE 1931, CIE 1960 или CIE 1976).

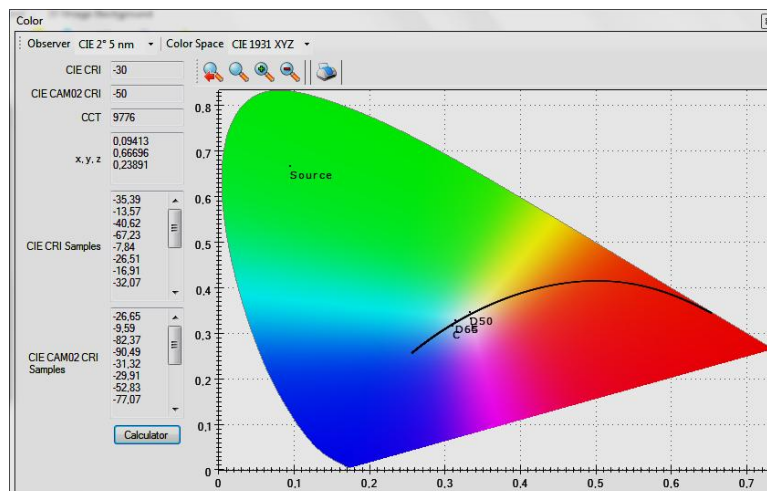


Рис. 40 Окно Color – расчёт колориметрических параметров

На графике отображается выбранное цветовое пространство, линия абсолютно чёрного тела, несколько референсных стандартных источников (C, D50, D65) и точка Source, соответствующая цветовым координатам измеренного источника.

Калькулятор цветовых координат

На основной панели нажмите View – Color Calculator, чтобы открыть калькулятор цветовых координат:

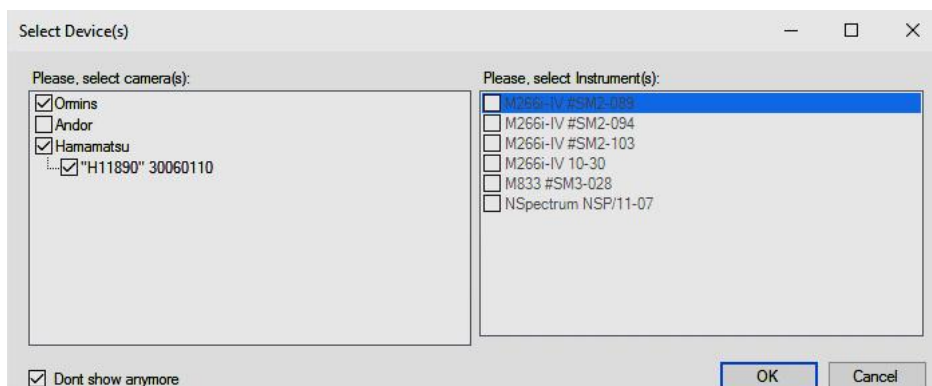
Parameter	Value
XYZ	0,09413 0,66696 0,23891
xyY	0,09413 0,66696 1013575,98955
Lab	85,35019 -205,52361 54,11188
LCHab	85,35019 212,52776 165,24947
Luv	85,35019 -180,88597 96,17544
LCHuv	85,35019 204,86446 152,00082
RGB	-0,54868 1,07394 0,44074
CCT	9782,66 Dom. λ, nm: 512,03337
Ref. White	D65 Gamma 2.2
RGB Model	Adobe RGB(1) Adaptation Bradford

Рис. 41 Калькулятор цветовых координат

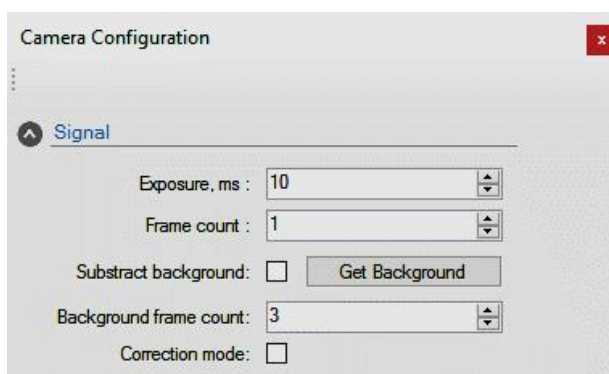
В графе xyY появятся значения цветовых координат, рассчитанных в панели Color (x,y,z). По нажатию на кнопку xyY будут рассчитаны нормированные цветовые координаты для иных цветовых пространств.

Приложение Е. Работа с ФЭУ

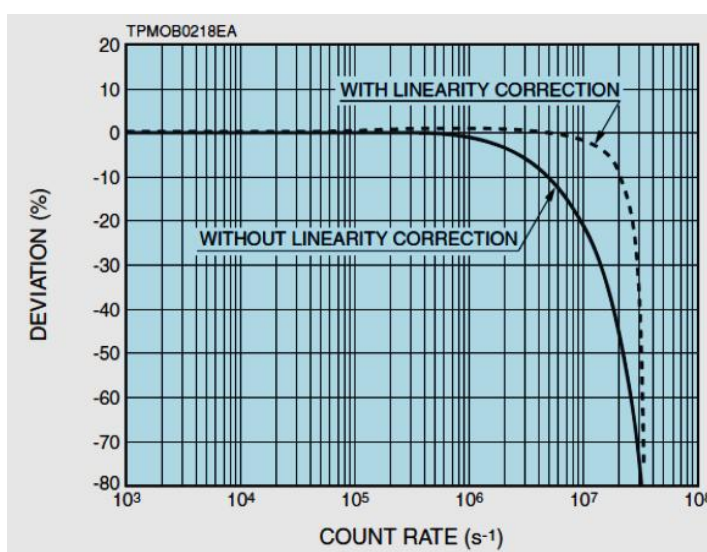
При работе с ФЭУ и счётчиками фотонов некоторые функции программного обеспечения работают иначе, а окна принимают другой вид. После подключения ФЭУ к Вашему ПК через USB-кабель откройте окно *Device Selection*, нажав на кнопку . Отметьте галочкой подключенную модель ФЭУ и нажмите ОК.



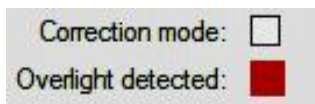
Настройки параметров регистрации при работе с ФЭУ также находятся на панели *Camera-Signal* и являются аналогичными параметрам при работе с ПЗС-приёмниками.



Correction mode - при измерении световых импульсов с помощью ФЭУ при большом выходном токе наблюдаются искажения формы выходного импульса. Нажмите галочку, чтобы избавиться от данного эффекта.



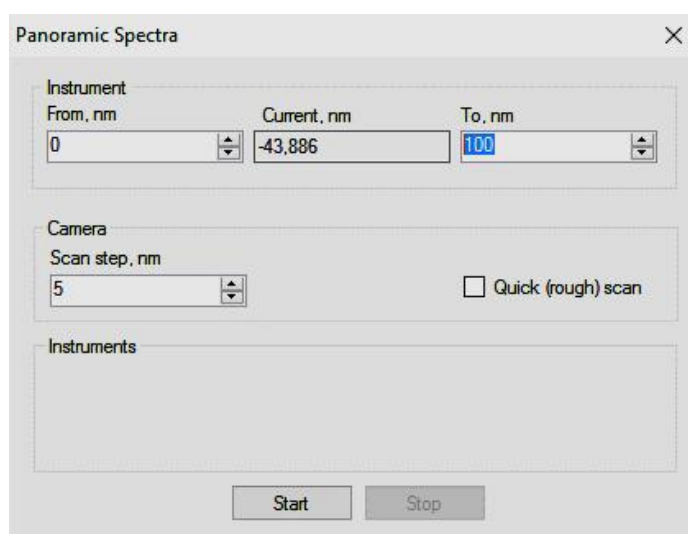
Если уровень сигнала станет слишком высоким для ФЭУ, то в окне Signal появится красное предупреждающее сообщение «*Overlight detected*». Устраните излишнюю засветку, сообщение пропадёт, можно продолжить работу.



Работа в основном окне программы и управлении с помощью основных клавиш регистрации для ФЭУ отличается от работы с ПЗС-приёмниками: при нажатии на клавишу в окне Current Spectra появятся временная диаграмма зарегистрированных на ФЭУ фотонов. По вертикальной шкале отображается их число, а по горизонтальной – время регистрации в секундах.



Панорамный спектр (**-Scan-Panoramic**) – основной режим регистрации спектров при работе с ФЭУ. В полях *From, nm* и *To, nm* установите начальную и конечную длину волну сканирования. В поле *Scan Step, nm* устанавливается шаг сканирования. Если галочка *Quick (rough) scan* отмечена, то установленный шаг сканирования будет проигнорирован и панорамный спектр запишется с оптимальными параметрами для скоростного сканирования.



Приложение F. Работа с регистраторами Andor Technology

При работе с камерами производства Andor Technology в панели Camera Settings появятся новые управляющие функции. Набор данных функций зависит от установленной модели регистратора Andor Technology.

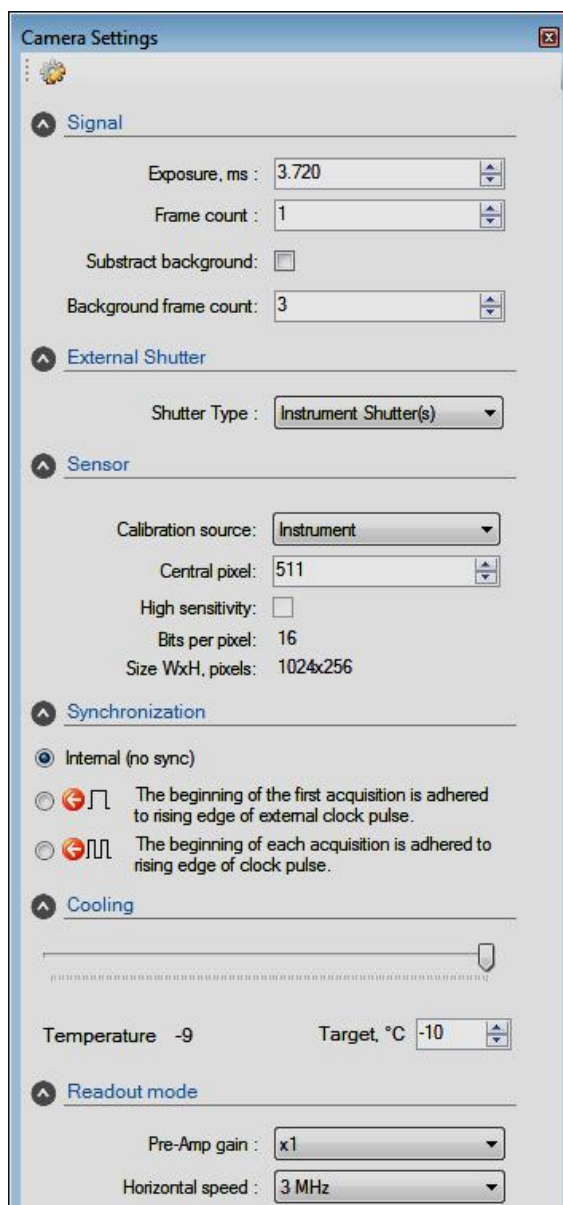


Рис. 42 Набор управляющих функций при работе с регистратором Andor Technology

Cooling	В поле Target (или с помощью ползунка) устанавливается желаемая температура термоэлектрического охлаждения регистратора Andor.
Temperature	Отображается текущая температура регистратора
Pre-Amp gain	В данном поле устанавливается множитель предусилителя сигнала (к примеру, x1, x2, x4): опция предусилителя предназначена для использования динамического диапазона камеры наиболее эффективным способом, сохраняя оптимальное соотношение сигнал/шум.
Horizontal speed	В данном поле устанавливается горизонтальная частота считывания (к примеру, 3MHz, 1MHz, 0.05MHz). Большая частота приводит к более быстрым измерениям, однако увеличивает соотношение сигнал/шум.

Приложение G. Работа с несколькими спектрометрами

В программном обеспечении SolarLS.LAB реализована возможность работы с несколькими подключенными регистраторами/спектрометрами. При подключении нескольких спектрометров по USB к ПК в окне Select Devices появится опция Multicamera.

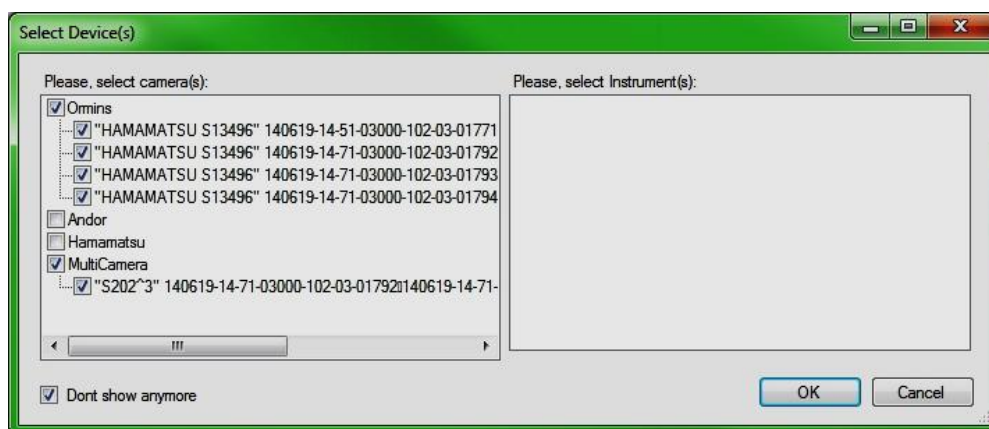


Рис. 43 Multicamera – режим работы с несколькими спектрометрами

Параметры регистрации для каждого спектрометра устанавливаются отдельно в соответствующих окнах настройки. Для переключения между настройками спектрометров используется выпадающий список и соответствующая панель настроек Camera.

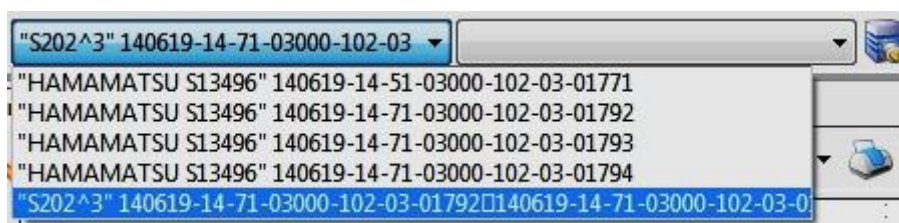


Рис. 44 Переключение между подключенными камерами

Для одновременной работы со всеми спектрометрами из выпадающего списка нужно выбрать Multicamera. Зарегистрированные спектры в установленных в спектрометрах спектральных диапазонах будут отображены на панели спектров.

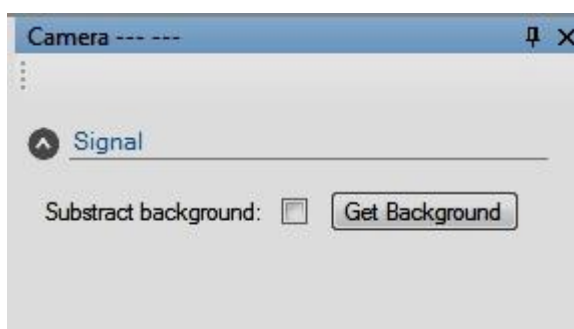


Рис. 45 Управление в режиме Multicamera

При работе с Multicamera – одновременной работе со всеми спектрометрами – в окне управления общими настройками имеется только функция вычитания фона

Приложение Н. Спектры возбуждения и эмиссии

Для регистрации спектров флуоресценции полезно пользоваться как спектрами эмиссии, при которых сканирование по длинам волн осуществляется одним из монохроматоров регистрации при фиксированной длине волны монохроматора возбуждения, так и спектрами возбуждения, при которых центральная длина волны одного из монохроматоров регистрации фиксирована, а сканирование по длинам волн происходит на монохроматоре возбуждения. С помощью спектров возбуждения можно экспериментально подобрать оптимальную длину волны возбуждения для флуоресцирующих образцов.

Для работы в режиме флуориметра откройте окно FL (View-FL).

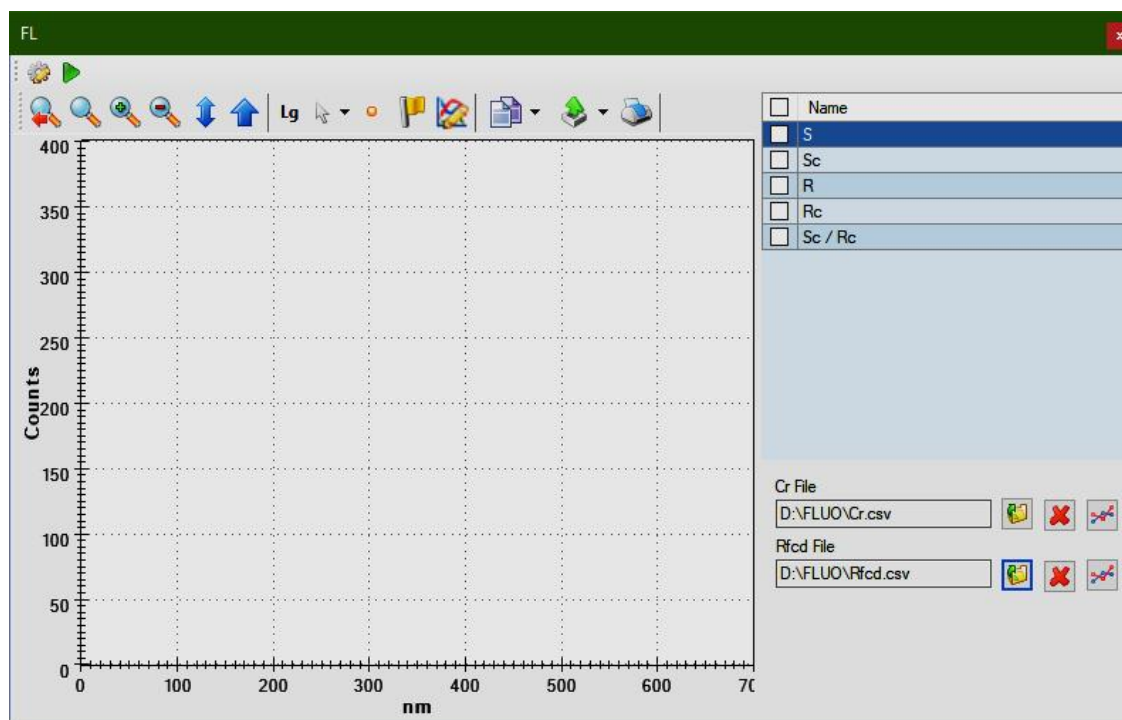


Рис. 46 Окно FL

В окне FL нажмите кнопку настроек . Откроется окно флуориметрических настроек:

Рис. 47 Окно конфигурации флуориметра

Excitation monochromator	Из списка подключенных монохроматоров выбирается монохроматор возбуждения. Стандартно этот выбор делается один раз и более не меняется
Emission monochromator	Из списка подключенных монохроматоров выбирается монохроматор регистрации. Если монохроматоров регистрации больше 1, то из списка выбирается тот, с которым планируется осуществлять текущую работу.
Emission camera	Из списка выбирается многоканальный CCD-регистратор, с которого планируется записывать сигнал флуоресценции. Рекомендуется проверять соответствие монохроматора регистрации и выбранного многоканального регистратора.
Emission PMT	Из списка выбирается одноканальный регистратор (ФЭУ), с которого планируется записывать сигнал флуоресценции. Рекомендуется проверять соответствие монохроматора регистрации и выбранного одноканального регистратора.
Photodiode 1 (4%)	Выбор платы трансимпедансного усилителя для фотодиода, установленного в камере образца, на который приходится 4% от возбуждающего излучения. Используется для коррекции спектров возбуждения и проверки калибровки монохроматора возбуждения.
Photodiode 2	Выбор платы трансимпедансного усилителя для фотодиода, установленного на прямой проход в камере образца для регистрации спектров пропускания (дополнительная опция)
Scale coefficients	Используется при замене резистора на трансимпедансном усилителе, стандартно не используется.



Пример установки определённой конфигурации для вашего прибора указан в главе VI «Работа с прибором».

После определения настроек оборудования нажмите кнопку  для определения настроек сканирования и его запуска. Откроется следующее окно:

The screenshot shows the 'Panoramic Spectra' window with the following settings:

- Instrument:** Emission Monochrom
- Camera:** Emission PMT - 304
- Instrument Range:**
 - From, nm: 400
 - Current, nm: 375
 - To, nm: 900
- Camera Settings:**
 - Scan step, nm: 20
 - Central pixel: 0
- Buttons:** Start and Stop

Рис. 48 Окно сканирования флуоресценции

Instrument	Выбор монохроматора, которым будет осуществляться сканирование: Excitation – для спектров возбуждения Emission – для спектров эмиссии
Camera	Выбор регистратора, записанный сигнал с которого будет соответствовать сигналу S в окне результатов
Instrument from-to, nm	From, nm – поле, где задаётся начальная длина волны сканирования To, nm – поле, где задаётся конечная длина волны сканирования
Current, nm	Отображается текущая длина волны сканирования активного монохроматора
Camera- Scan step, nm	Задаётся шаг сканирования в нм
Central pixel	Информационное поле, где указывается текущий центральный пиксель в случае, если выбран многоканальный регистратор
Кнопки Start-Stop	Старт сканирования и его остановка

После определения всех параметров и нажатия кнопки Start начнётся сканирование с выбранными параметрами. После завершения сканирования результаты можно будет просмотреть в окне спектров флуоресценции FL:

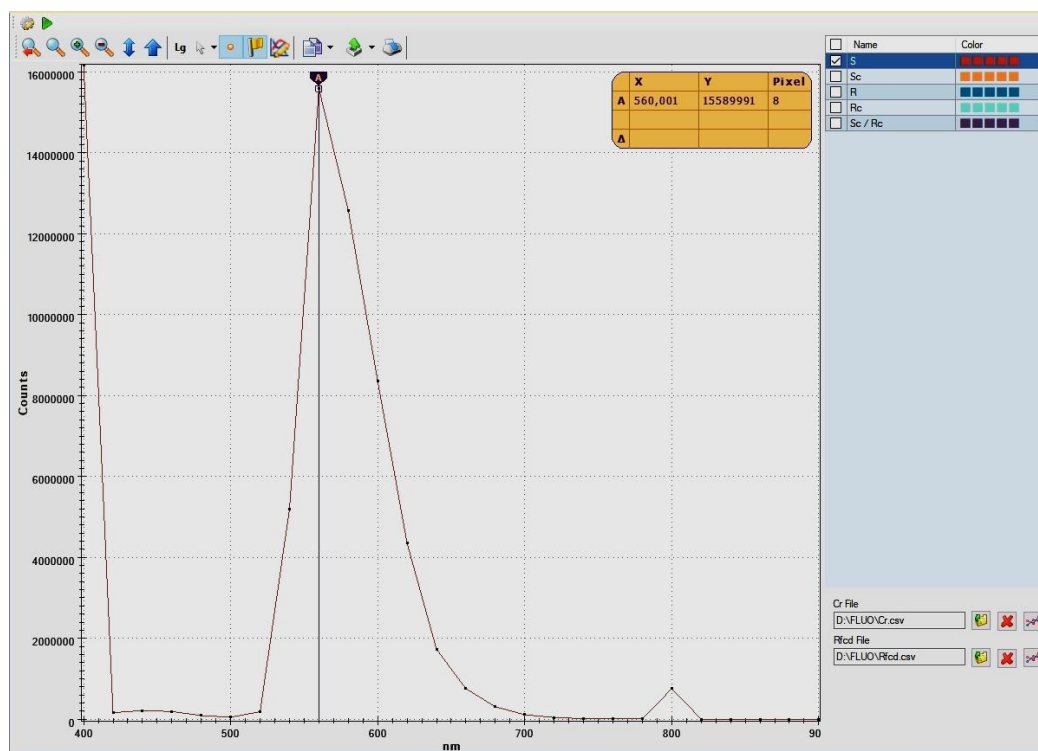


Рис. 49 Результат сканирования в окне FL

S	Сигнал, записанный во время сканирования с выбранного регистратора
Sc	$Sc = S / Cr(\lambda)$
R	Сигнал, записанный с фотодиода коррекции и соответствующего трансимпедансного усилителя
Rc	$Rc = R * Rfcd(\lambda)$
Sc/Rc	Спектр, скорректированный по лампе

Отображаемые спектры выделяются галочкой напротив соответствующего обозначения.

Cr (λ) – калибровочный файл форма csv (длина волны в нм – коэффициент) для коррекции монохроматора эмиссии по интенсивности. Поставляется опционально. Пользователь может самостоятельно провести калибровку монохроматора по интенсивности, установив эталонную лампу с известными энергетическими характеристиками на место образца. По методике калибровки рекомендуем связаться с нами в случае необходимости.

Rfcd (λ) – опциональный калибровочный файл для фотодиода коррекции, поставляется в случае, когда на эталонном источнике измеряется чувствительность фотодиода в мкА/Вт

Файлы можно Cr (λ) и Rfcd (λ) можно загрузить, удалить и просмотреть в окне FL в правом нижнем углу:

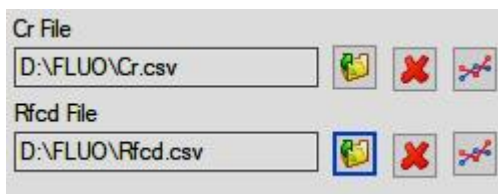


Рис. 50 Калибровочные файлы Cr (λ) и Rfcd (λ)

Дополнительно все зарегистрированные результаты сканирования загружаются в окно Data. В Channel сохраняются записанные результаты S, R и др. При этом отображение спектров по клику из окна Data проводится уже в окне Current Spectra.

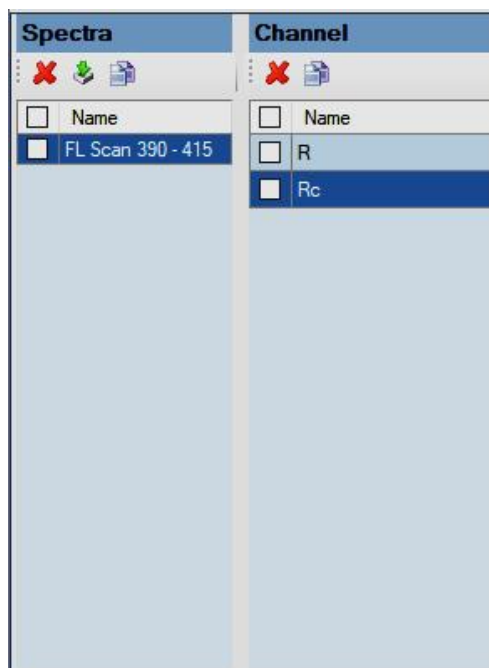


Рис. 51 Результаты сканирований в окне Data

Пример:

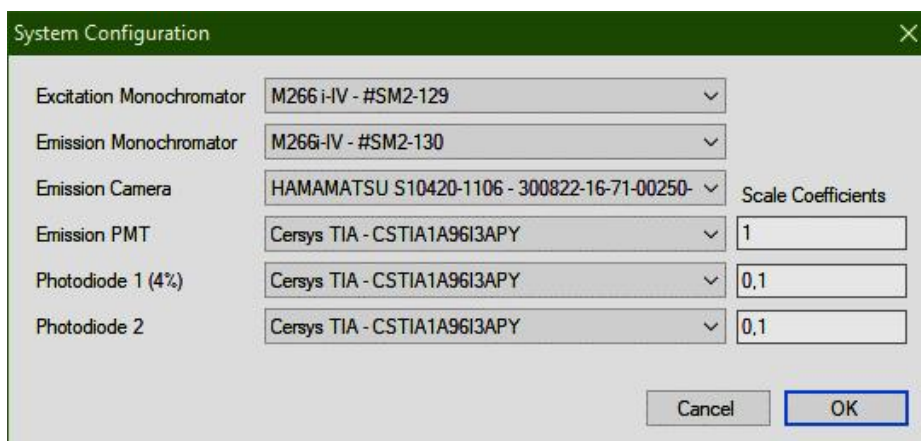
1) Данный пример приведён для флуориметра с одним монохроматором возбуждения M266-#SM2-129 и одним монохроматором эмиссии M266-#SM2-130.

2) Данный пример описывает получение спектров для родамина Б. Образец в разбавленном виде находится в кювете, регистрация осуществляется по углом 90° к возбуждению, грани кюветы перпендикулярны обоим направлениям. В случае твёрдого образца замените держатель кюветы на держатель твёрдого образца и установите его в камеру образца.

3) Установите на монохроматоре возбуждения активную дифракционную решётку, центральную длину волны $\lambda_{ex}=400$ нм, максимальные значения входной/выходной щели, фильтр разделения порядков Filter 2.

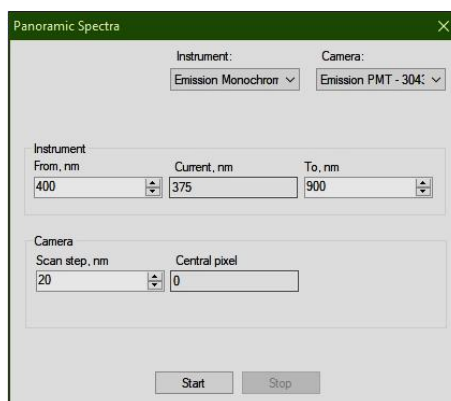
4) Установите на монохроматоре регистрации активную дифракционную решётку, максимальные значения входной/выходной щели и боковой порт (Lateral), на котором установлен ФЭУ.

5) В окне FL нажмите кнопку настроек . Откроется окно:



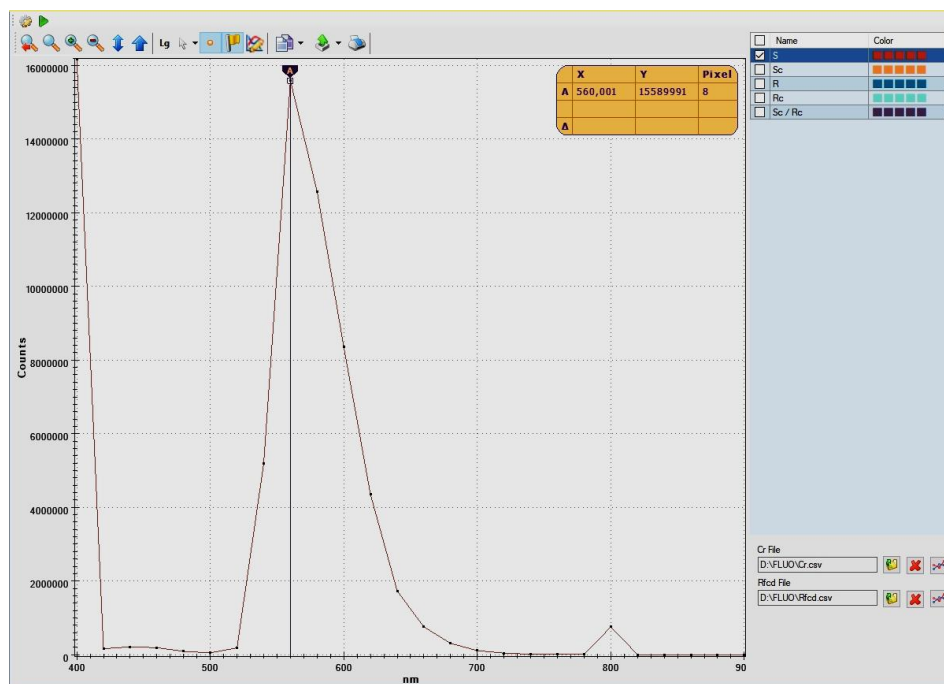
Для работы с УФ монохроматором выберите в Emission Monochromator активным M266-#SM2-130. В Emission Camera и Emission PMT выберите регистраторы, установленные на M266-#SM2-130. Нажмите OK.

6) После определения настроек оборудования нажмите кнопку  для определения настроек сканирования и его запуска. Откроется следующее окно:



7) Для спектра эмиссии в Instrument выберите Emission monochromator. В Camera выберите PMT. Установите настройки сканирования от 400 нм до 900 нм с шагом 20 нм. Нажмите Start.

8) После завершения сканирования отметьте галочкой сигнал S, в окне FL появится примерно такой спектр:



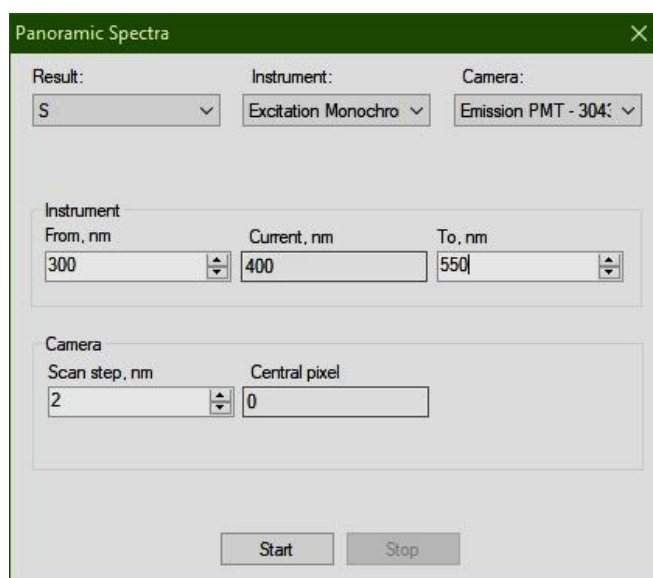
На данном спектре видна как длина волны возбуждения из пункта 2 (400нм), так и её второй порядок дифракции на 800 нм. Пик флуоресценции приходится на ~560 нм.

9) Теперь можно подобрать длину волны возбуждения.

10) Вернитесь в окно контроля монохроматором регистрации M266-#SM2-130. Установите центральную длину волны эмиссии на $\lambda_{em}=560$ нм.

11) Вернитесь в окно FL, нажмите кнопку 

12) В окне настроек сканирования для регистрации спектра возбуждения в Instrument выберите Excitation monochromator:



13) Установите настройки сканирования от 300 нм до 560 нм с шагом 20 нм. Нажмите Start.

14) В сигнал S сохранится спектр, по которому вы сможете определить оптимальную длину волны возбуждения